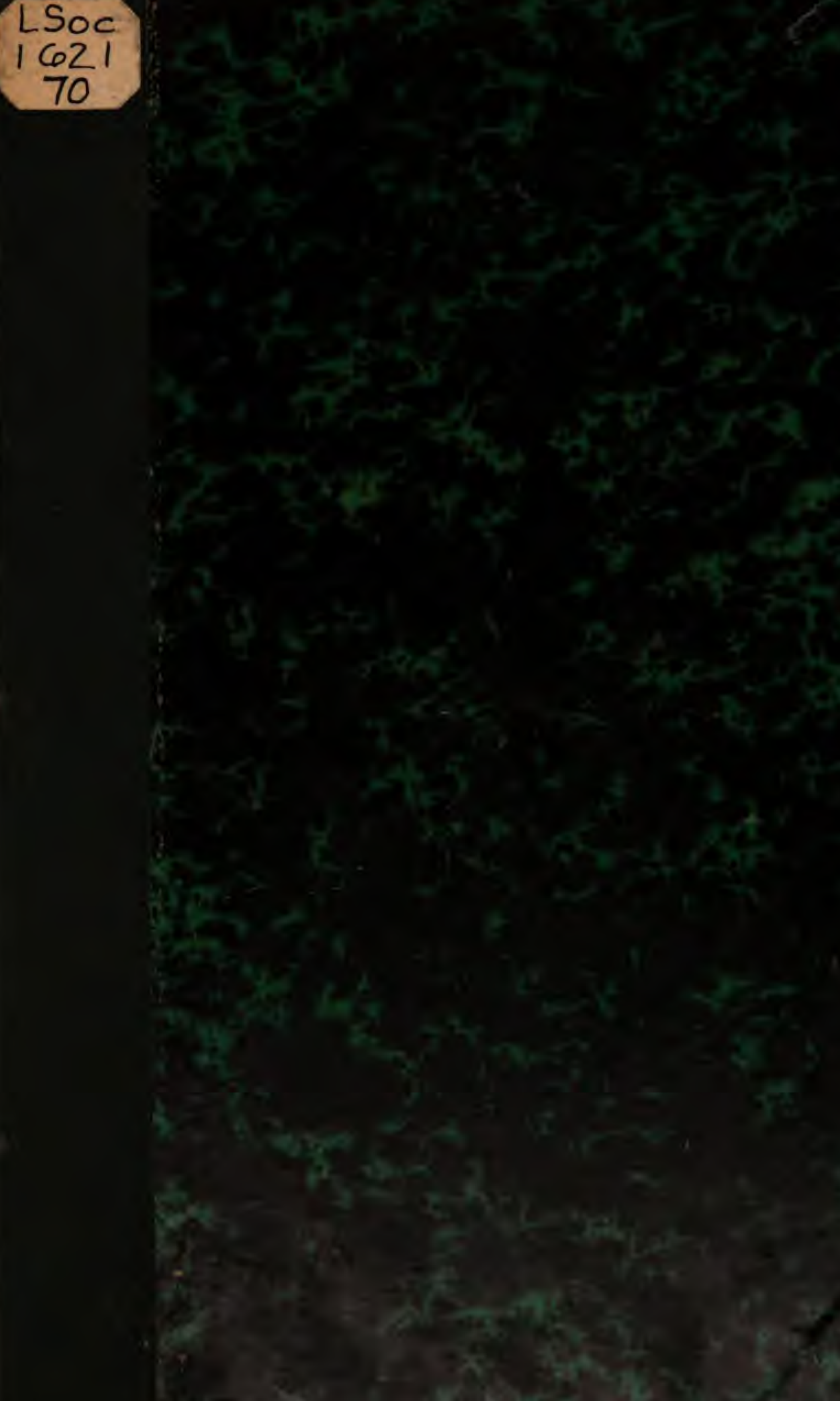
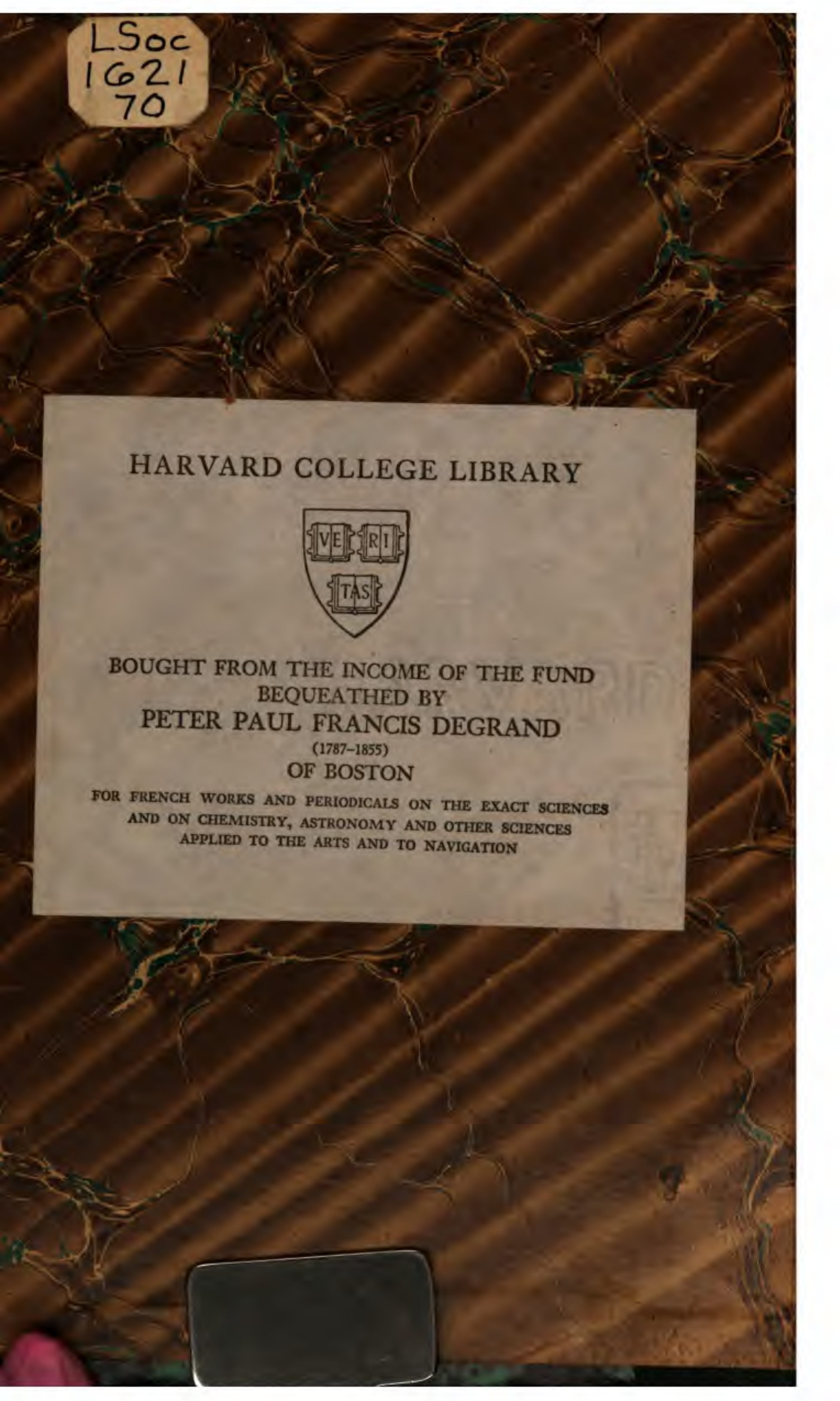
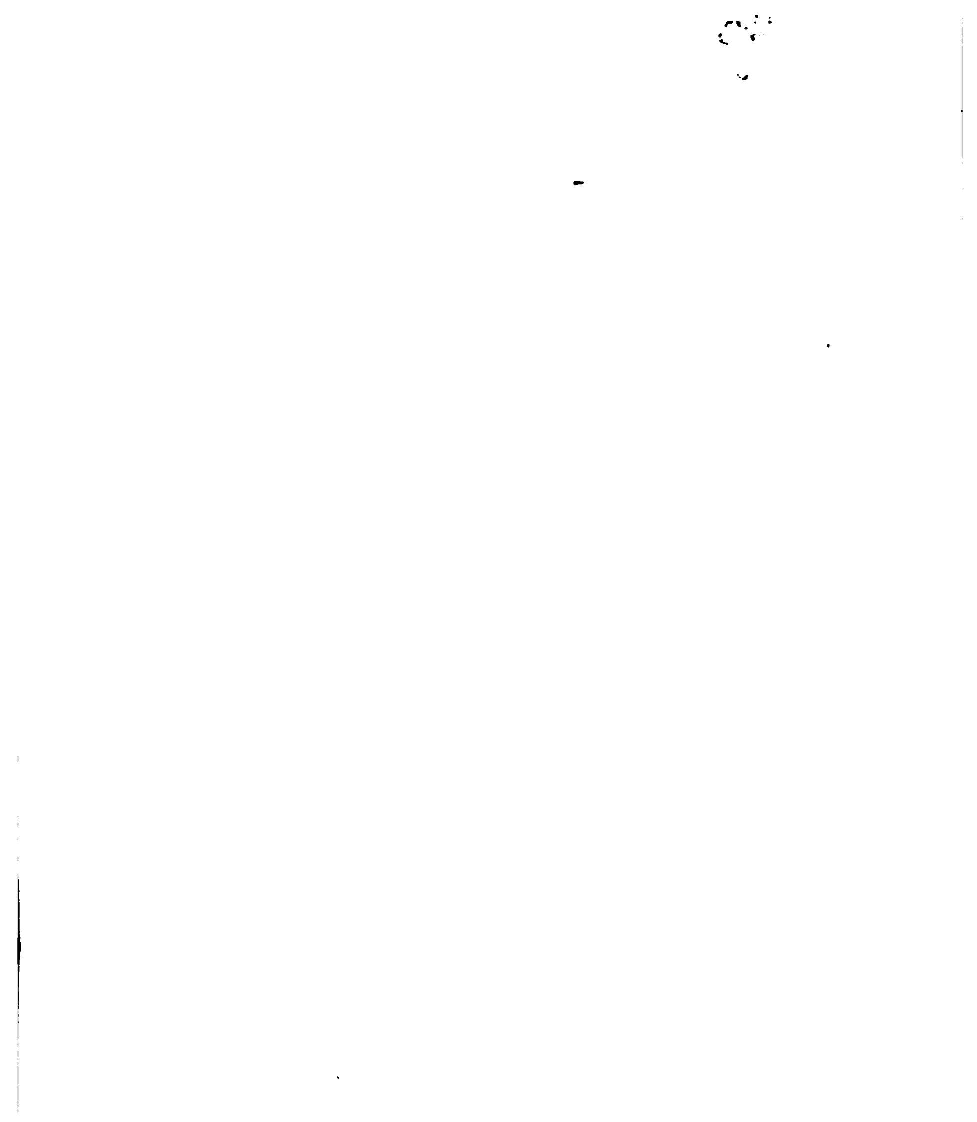



LSoc
1621
70
HARVARD COLLEGE LIBRARY
VE RI
TAS
BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787–1855)
OF BOSTON
FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION



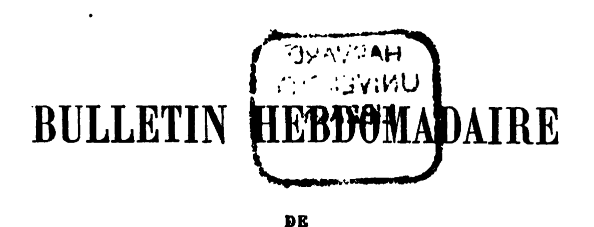


BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.



BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

DEUXIÈME SÉRIE.

—

TOME V.

AVRIL 1882 A SEPTEMBRE 1882.

—

La première série se compose de 25 Volumes.

PARIS,

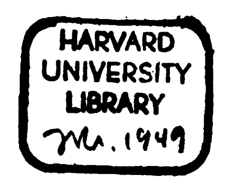
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE,

Quai des Augustins, 55.

—

1882



AVIS COMPLÉMENTAIRE.

Le *Bulletin hebdomadaire*, publié avec le concours de la Commission scientifique et des Membres de la Société, paraît régulièrement le dimanche, par cahier de seize pages, et est expédié à domicile aux souscripteurs. Il forme chaque année deux volumes de quatre cent cinquante pages chacun. Il contient les nouvelles scientifiques de France et de l'étranger, ainsi que divers documents scientifiques adressés au Président.

Les Membres qui payent une cotisation annuelle de 15fr reçoivent le BULLETIN *gratuitement*.

Le prix de l'abonnement est également de 15fr pour les personnes qui ne sont pas Membres et qui résident en France. Pour l'étranger, les souscripteurs payent en sus le prix du port, fixé par les tarifs de la poste.

Les Membres ont droit d'assister à toutes les conférences et autres séances de l'Association scientifique.

Toutes les personnes qui désirent faire partie de l'Association doivent en faire la demande au Président, qui les admet, à moins d'avis contraire donné par le Conseil.

On devient **Membre perpétuel** en rachetant la cotisation annuelle par un versement unique de **cent cinquante francs**, lorsqu'on ne s'abonne pas au *Bulletin*, ou de **deux cent vingt francs**, lorsqu'on veut recevoir gratuitement le *Bulletin*.

Tout abonnement est d'une année au moins.

Il continue d'année en année tant qu'il n'est pas dénoncé par écrit. La dénonciation doit être effectuée avant le mois d'avril, époque où l'Administration a fait les frais du service annuel.

Toute demande de changement d'adresse doit être accompagnée de l'envoi de 0fr,50.

Toute demande de numéros supplémentaires doit être accompagnée de l'envoi de 0fr,25 par numéro.

Les abonnés voudront bien envoyer, sans attendre une réclamation, le prix de l'année courante.

Les demandes d'abonnements, les mandats, toutes les communications administratives et scientifiques doivent être adressés à *M. le Président de l'Association Scientifique* (Secrétariat de la Faculté des Sciences, à la Sorbonne).

Les mandats doivent être au nom du Trésorier de l'Association, M. le baron THENARD, membre de l'Institut.

BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

2e SÉRIE. — CINQUIÈME VOLUME.

---

9 AVRIL 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 106.

CONFÉRENCE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

A LA SORBONNE,

le jeudi 13 *avril, à* $8^h 30^m$ *du soir.*

M. **Dieulafait**, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille : *Origine et mode de formation des eaux minérales salines.*

LES SORCIÈRES; Conférence de M. le Dr **P. Regnard**, professeur à l'Institut national agronomique, directeur adjoint du laboratoire de Physiologie à l'École des Hautes Études.

Mesdames, Messieurs,

On lit au vingtième chapitre du *Lévitique* une phrase qui à elle seule a été aussi funeste à l'humanité que les inventions les plus meurtrières de l'artillerie ou que les guerres les plus erribles : « L'homme ou la femme, dit l'Écriture, qui sera possédé de Python, ou de l'esprit de divination, sera mis à mort. »

C'est de là, messieurs, que sont parties ces grandes persécutions dont je vais avoir à dérouler devant vous le sombre tableau. Je ne sais sous quelle impression vous quitterez cette salle; mais je ne trouve, pour ma part, rien de plus attristant que l'étude que je viens de faire et dont je vais essayer de vous communiquer les résultats.

Vous êtes venus ici chaque semaine entendre développer les inventions merveilleuses du génie de l'homme; on a fait passer devant vous, en quelques heures, tout ce qu'a fait de grand et de noble l'époque où nous vivons, et vous êtes sortis

heureux, l'esprit libre, fiers pour l'humanité, fiers pour la patrie française qui a vu naître la plupart de ces glorieuses découvertes.

La conférence d'aujourd'hui va faire comme une tache sombre au milieu de ce flot de lumières. Mon rôle, ingrat s'il en fut, sera de vous initier aux folies d'un autre âge. J'apporterai ici la note triste, mais peut-être, si je remplis bien mon but, arriverai-je à vous démontrer encore une fois le rôle de la science dans l'histoire, son influence sur l'esprit et sur les mœurs de l'humanité.

C'est au moyen âge, messieurs, et à la Renaissance que la sorcellerie a surtout fleuri; c'est alors qu'elle a fait le plus grand nombre de victimes.

Les xv[e] et xvi[e] siècles semblent surtout avoir été infestés par cette horrible vésanie. L'antiquité en effet croyait bien aux sorciers, mais elle les considérait surtout comme des êtres inspirés de la divinité même; elle les honorait parce qu'elle les craignait, elle ne se serait jamais avisée de leur nuire : dans les mythologies de la Grèce et de Rome, le dieu des enfers n'est pas l'ennemi du maître de l'Olympe, il est son frère, son allié et au besoin l'exécuteur de ses ordres; le sorcier n'est pas un soldat de l'un contre l'autre, il est inspiré par tous deux et respecté par cela même.

Au moyen âge, au contraire, l'esprit religieux a pris une autre tournure : deux êtres presque égaux se disputent le pouvoir; Dieu a un ennemi, ennemi personnel qu'il pourrait terrasser, mais qu'il conserve; à qui, *par une juste permission*, il laisse le droit de tourmenter l'humanité pour que celle-ci par sa résistance même gagne des mérites; il est le mal incarné cherchant à entraîner les âmes vers lui et à les arracher à la rédemption. Il lutte, il résiste à son maître et ne cède qu'à la dernière extrémité. L'antiquité avait créé Ormudz et Ariman; le moyen âge, manichéen sans vouloir se l'avouer, oppose à Dieu et à ses élus Satan et son innombrable armée.

Alors la lutte s'ouvre entre les deux principes et avec des forces qu'ils tentent de rendre égales; l'Être tout-puissant a ses anges et ses armées célestes; le Diable a sa troupe innombrable de démons, il se nomme légion, ses bataillons sont nombreux. Ils sont encadrés par des officiers dont nous connaissons les noms : c'est Belzébuth, Asmodée, Magog, Dagon, Magon, Astaroth, sorte de chefs de cohorte ayant leurs lieutenants, et au-dessous d'eux la foule immense des démons aussi nombreux que les anges mêmes, luttant corps à corps avec eux. De même que chaque âme a son ange qui le garde pour le bien, elle a son démon qui lui souffle le mal, et c'est à elle de choisir.

D'ailleurs, messieurs, les mêmes procédés sont employés

par les deux principes, et cela par une juste tolérance de Dieu qui veut laisser à son ennemi l'égalité des armes. L'Être divin s'est incarné pour le salut des hommes, le Diable jaloux veut aussi s'introduire dans le corps d'êtres moins bien gardés, et s'en empare, parle par leur bouche, les annihile : il les *possède*. De rage, il se jette même dans le corps des animaux les plus immondes et la mort seule peut l'en déloger, si l'exorcisme fait au nom du ciel n'a pas réussi.

Alors vous concevez la terreur que peut inspirer une pareille croyance : chacun se demande si d'un instant à l'autre son défenseur céleste ne sera pas vaincu, s'il ne tombera pas aux mains du malin esprit sans défense et sans secours.

D'une pareille crainte à la folie il n'y a pas loin, vous le verrez bien tout à l'heure.

Mais la *possession*, l'incarnation n'est pas la seule arme de Satan : il est surtout tentateur. La puissance que lui laisse le ciel lui permettra de se transformer, il peut prendre tel travestissement qui lui plaira. Il apparaît tout à coup chez la malheureuse femme qui se meurt de misère et de faim : ses mains sont pleines d'or; il abandonnera ses richesses, mais il faut se donner à lui par *pacte* écrit et signé avec du sang. Il va partout, nous le trouvons au château, dans la chaumière, au fond des forêts, partout il a quelqu'un des siens prêt à venir tenter celui que Dieu semble abandonner un instant.

On peut donc se donner à lui ibrement et, dans ce cas, on est *sorçier*. On devient son serviteur dans ce monde avant d'être son esclave dans l'autre. Dieu a ses prêtres et ses fidèles sur cette terre, et chaque dimanche il les réunit dans ses temples; Satan, lui aussi, à ses prêtres et ses fidèles, et il a voulu avoir ses réceptions; il assemble les siens la nuit dans quelque lande lointaine : c'est le *sabbat*.

Vous le voyez, dans l'esprit théologique du moyen âge, le sorcier, c'est l'homme qui a déserté l'armée du bien pour s'enrôler dans celle de Satan, il est son esclave sur la terre, il lui obéit et commet par ses ordres tous les crimes qui lui sont ordonnés contre les élus du Seigneur.

Le sorcier est donc le pire ennemi de l'humanité; il est le traître répandu et caché dans l'armée du bien; il jette les maux et les poisons, en secret, sur les ordres de son maître; son crime est le pire qui puisse exister et il est le plus redoutable puisqu'il est le plus mystérieux. On ne lui doit aucune pitié. Et alors reparaît la terrible phrase du *Lévitique :* Celui qui sera possédé de l'esprit de Python sera mis à mort.

Tout à l'heure nous reviendrons sur tout cela. Si j'ai voulu vous donner tout d'abord cette vue d'ensemble, c'était pour bien vous faire comprendre ce que c'était qu'un *sorcier*.

Ce soldat de Satan, ce prêtre du mal, comment arrivait-il à

ses fins ? C'est ce que l'examen minutieux des procès et des interrogatoires nous apprendra. J'ai lu tout au long une grande partie de ces pièces judiciaires et je vous confesse que rien n'est plus triste. L'absurde s'y mêle à l'odieux, le grotesque se rencontre auprès du sublime, le courage des accusés étonne, la stupidité des juges écœure; on sent qu'on vit au milieu des fous, mais on ne sait vraiment lequel l'est davantage du malheureux qui s'accuse à faux ou du moine ou du théologien qui le condamne. C'est une lecture navrante et drôle, et, comme le dit un des maîtres de la médecine française, elle vous fait endurer comme un supplice de chatouillement : le rire se mêle à la souffrance.

La sorcière, a dit Michelet, fut une création du désespoir. C'est de la misère en effet, de la douleur ou du chagrin que naissait alors cette forme de folie, comme aujourd'hui ces diverses causes font naître souvent les délires mélancoliques ou ambitieux; l'aspect de la folie était différent à cause des mœurs différentes de l'époque, mais le résultat demeurait le même. Un soir, une femme généralement, souvent aussi une de ces femmes nerveuses déjà sujettes aux accidents convulsifs, voyait apparaître devant elle un cavalier élégant et gracieux, il entrait quelquefois par une porte ouverte, plus souvent il apparaissait d'emblée et comme sortant de terre. Bien rarement il avait une forme repoussante : écoutez en effet les sorciers les décrire devant le tribunal : il est habillé de blanc avec une toque de velours noir à plume rouge, ou bien il est vêtu d'un pourpoint splendide couvert de pierreries et tel qu'en portent les grands seigneurs. Il est arrivé de lui-même, ou bien il n'est apparu qu'à la suite d'un appel, d'une invocation de celle qui va devenir sa proie.

Alors il propose à la sorcière de l'enrichir, de lui donner la puissance, il lui montre son chapeau plein d'argent; mais pour conquérir tous ces biens il faut renoncer au baptême, renier Dieu et se donner à Satan corps et âme.

Vous le voyez, il s'agit là d'une hallucination bien caractérisée; une femme tourmentée par quelque chagrin voit arriver tout d'un coup une apparition semblable à celle qu'on lui a décrite tant de fois depuis son enfance; c'est l'être redouté, c'est Satan; il offre tous les biens si on se donne à lui : il n'y a pas à hésiter. Nos hallucinés d'aujourd'hui n'agissent pas autrement, seulement ils voient les princes et des souverains qui leur offrent des décorations et quelquefois des sous-préfectures.

Satan se déguise pour apparaître, mais il ne se cache pas et déclare fort bien qui il est : à la première question, il décline ses qualités. Rarement c'est un diable de première catégorie qui apparaît ainsi, c'est généralement un simple soldat, et il

n'appellera un de ses chefs à la rescousse que s'il échoue dans sa première tentative. Le principe de la division du travail semble régner en enfer ainsi qu'une hiérarchie très sévère, car un des moins absurdes démonologues que l'on connaisse, Jean Weier, reconnaît qu'il y a dans l'armée diabolique 72 ducs, marquis et comtes, et 7 405 928 diablotins.

Quand il essaye de faire une initiée, le diable trouve tous les moyens bons (et voyez comme l'hallucination continue); il n'est pas rare qu'il parle de Dieu et qu'il en dise le plus grand bien.

Ainsi un jour, près de Douai, il rencontre Louise Maréchal qui faisait un pèlerinage pour le repos de l'âme de son mari; il lui conseille de prier Dieu fermement et avec confiance; il ne l'abandonnera pas. Puis il lui donne une petite boule colorée qui aura la propriété de faire mourir tout ce qu'elle touchera. Louise Maréchal, convaincue de s'être servie de cette boule dans sa famille, fut brûlée vive à Valenciennes.

Une autre fois, il apparaît à Saincte-le-Ducs et il l'engage à aller au pèlerinage de Saint-Guislain et à faire dire des messes pour le repos de l'âme de son mari. Ce n'était pas logique, mais cela est précieux pour nous médecins, car nos hallucinés d'aujourd'hui ne le sont guère davantage, et il n'est pas besoin de demeurer longtemps dans un service d'aliénés pour y voir des princesses qui déclarent qu'elles recevront leur cour quand elles auront fini leur ménage et lavé leur vaisselle.

Ne croyez pas que le diable ne s'adresse qu'à des adultes, il aime au contraire les enfants. Dans les grandes folies épidémiques les enfants sont presque toujours atteints les premiers. Catherine Polus fut sorcière à huit ans; elle était d'une famille où tout le monde était fou et se déclarait voué au diable. Marie Desvignes fut sorcière à treize ans. Nous en verrons ainsi des quantités énormes.

Mais revenons à l'initiation. Le démon, après avoir fait ses offres à la sorcière, lui disait son nom: remarquez qu'il n'avait jamais un de ces noms bibliques qu'affectionnaient les démonologues. Dans son hallucination, la paysanne lui donnait un nom de paysan : il s'appelait Joly, Pouillon, Vert-Galant, Verdelot, Robin, etc. A son tour, et par jalousie contre le ciel, le démon baptisait la sorcière, et peu lui importait de lui donner un nom de sainte. Puis il la marquait, et ceci a la plus grande importance; il la touchait au bras, au front, derrière l'oreille, et désormais ce point demeurait pour toujours insensible; on pouvait le piquer sans provoquer de douleur et sans qu'il s'écoulât la moindre goutte de sang. Vous verrez le parti que l'on tirait de ce fait dans le procès de la sorcière : c'était le *stigma diaboli*.

Le diable revenait souvent voir son initiée, la consolait, et finalement lui donnait ses lettres de grande naturalisation infernale. C'était le *pacte*, où chacun apposait sa signature. On l'écrivait généralement de son sang, et le diable y mettait sa griffe. J'ai pu retrouver dans un traité de théologie, publié en 1625 par Gilbert de Vos, un fac-similé de ces signatures laissées par les esprits. Vous voyez que tous les points où les doigts ont touché ont été roussis et brûlés; je fais projeter une autre photographie où vous voyez la trace de la main de l'esprit sur le pacte. Tout à l'heure je vous montrerai une lettre du diable qui existe à la Bibliothèque nationale et qui est remplie de fautes d'orthographe.

Il ne faudrait pas croire, messieurs, que le diable tînt strictement ses promesses. Son mauvais naturel apparaissait bien vite, car, dès qu'il était parti, la sorcière s'apercevait qu'au lieu des pièces d'or et des bijoux qu'il lui avait donnés il ne restait qu'un tas de feuilles sèches ou quelques morceaux de bois. Nos aliénés actuels ont aussi de ces surprises désagréables quand, leurs hallucinations passées, ils constatent que leurs spectres, leurs épées et leurs joyaux ne sont en réalité que des objets usuels sans beauté et sans valeur.

Je vous disais que, pour Satan, tous les moyens sont bons et tous les déguisements possibles. S'il veut séduire quelque grand saint, quelque anachorète vénéré, il enverra sa légion de diablesses d'une ravissante beauté, car il y a, paraît-il, des femmes en enfer. C'est un procédé qu'il affectionne et qui lui réussit souvent; mais quelquefois aussi il est repoussé avec perte : souvenez-vous de saint Antoine.

Il n'est pas rare que, pour mieux tromper encore, le loup se déguise en berger, le diable en ermite. Voici une vieille gravure qui vous le montre costumé en moine; il s'est introduit dans le couvent de Saint-Leufroi, mais il a été reconnu à ses pattes de poulet, et vous voyez qu'il lui en cuit.

En résumé, comme toutes les formes de la folie, la sorcellerie, ou, pour parler plus scientifiquement, la démonopathie, commence par une série d'hallucinations. On s'étonnera peut-être que ces hallucinations fussent les mêmes chez toutes les sorcières. Cela n'a pourtant rien de surprenant; c'est toujours l'actualité qui décide des formes de la folie : autrefois on voyait des diables et des esprits; les fous qu'on enferme aujourd'hui sont souvent persécutés par la physique et rêvent de bobines et d'électro-aimants. Je me souviens d'avoir vu à la Salpêtrière, où j'étais interne, une institutrice tellement persécutée par l'électricité statique, que, sachant la porcelaine non conductrice du courant, elle se promenait toute la journée et dormait même coiffée d'une cuvette de toilette. Le

processus de la folie est toujours le même; les idées régnantes en changent simplement l'aspect extérieur.

Mais revenons à notre sorcière, et voyons ce que devenait son existence dès qu'elle s'était donnée à Satan.

Tout d'abord, elle lui devait obéissance, et, puisqu'elle faisait partie de l'armée du mal, elle devait servir le démon et l'aider sur cette terre. Elle jetait des *sorts* et accomplissait des maléfices; en même temps sa vie était souvent troublée par des crises convulsives sur lesquelles nous devons nous arrêter.

C'est en lisant avec soin les procès des sorciers que l'on peut se rendre compte des crimes qui leur étaient reprochés. Bodin, Boquet, de Lancre, Nicolas Rémy, magistrats chargés à différentes époques d'instruire les procès de diablerie, ont pris soin de nous les bien détailler. Ils sont au nombre de quinze: dix contre Dieu et cinq contre les hommes. D'abord les sorciers renient Dieu, ils le blasphèment, ils adorent le diable, ils font avec lui un pacte, ils vouent leurs enfants à Satan, ils les tuent avant le baptême, ils font de la propagande, ils invoquent le diable, enfin ils méconnaissent toutes les lois de la nature.

Contre les hommes, les chefs d'accusation étaient plus nets; ils ne visaient plus des péchés contre la religion, mais bien des crimes de droit commun qui ne se distinguaient des autres que par la singularité et la provenance des moyens employés.

Dès ses premières visites, Satan fait cadeau à la sorcière de poudres enchantées; il lui suffira d'en mêler quelques parcelles aux aliments d'une personne pour que celle-ci tombe foudroyée ou pour qu'elle soit prise d'une maladie de langueur. Il suffisait même quelquefois à la sorcière d'en jeter sur un passant pour le faire mourir immédiatement. Quelquefois, pour que l'effet fût plus certain, elle devait prononcer quelques paroles magiques. Bodin et Weier nous ont conservé ces mots terribles, et si vous ne craignez pas trop l'effet qu'ils pourraient produire, je vais oser vous les répéter. C'était : *Ioth, aglanabaroth el abiel ena thiel amasi sidomel gayes folonia elias ischiros athanatos ymas eli messias.*

La poudre était faite avec des cadavres d'enfants nouveau-nés, surtout avec le cœur; on la faisait encore en pilant des os de morts avec de l'écume de crapaud. Aussi la sorcière était-elle souvent accusée d'avoir élevé de ces animaux et de les avoir mené paître, ce qui se comprend mal. A côté des poudres, on avait les onguents; mais ils servaient rarement, étant difficiles à manier : ils étaient faits de graisse de morts et de mandragore; nous les retrouverons au sabbat.

Chose curieuse, ces poudres étaient absolument inoffen-

sives entre des mains ordinaires; il fallait qu'elles fussent administrées par la sorcière pour agir. C'était bien la preuve qu'elles étaient magiques, et l'innocuité même de ces préparations devenait contre la sorcière une charge écrasante : tant était grande la logique des théologiens.

Si la sorcière jetait ses poudres sur les récoltes, celles-ci dépérissaient, les terres se couvraient de chenilles, de perce-oreilles, de crapauds et d'énormes serpents; quelquefois une aspersion de poudre ou quelques paroles magiques suffisaient pour faire passer toute la récolte d'un laboureur dans le champ de son voisin. Les sorcières pouvaient encore couvrir un pays de pluies torrentielles ou de grêle : pour cela il leur suffisait de battre une flaque d'eau avec une baguette.

Quand on se sentait en butte aux maléfices d'une sorcière et qu'on voulait y échapper, les procédés variaient. Ainsi on pouvait recourir aux exorcismes : un certain nombre de paroles magiques ont la propriété d'expulser les diables; voici un gros volume de 400 pages qui en est uniquement composé; mais cette multiplicité même de remèdes montre leur faiblesse, car s'il y en avait un vraiment bon, il serait resté seul. Les jésuites, les capucins et les dominicains avaient la spécialité de l'exorcisme.

En général, le mieux était de faire avec le diable une cote mal taillée et de transiger. Le premier point, pour la victime d'un sortilège, était naturellement de connaître celui qui en était l'auteur. Rien n'était plus simple : il n'y avait qu'à faire bouillir des aiguilles dans un pot de terre neuf avec du bois de chêne, et la première personne qui se présentait après l'opération était la sorcière : on pouvait aller la dénoncer à l'official sans scrupule. Vous voyez qu'il était dangereux à cette époque de faire des visites.

Puis, le sorcier connu, il n'y avait qu'à lui demander de vous délivrer : pour cela, il invoquait Satan et trempait un pain d'une livre dans l'eau bénite et tout était dit. Satan maniant l'eau bénite !

Si la sorcière nuisait sans cesse aux êtres qui l'entouraient il ne faudrait pas croire que sa vie à elle fût une fête perpétuelle. Vous avez déjà vu que Satan la trompait et changeait en objets sans valeur les joyaux qu'il lui avait donnés.

Bien mieux, à la moindre désobéissance, il la frappait, la brutalisait, s'incarnait à elle, *la possédait* comme on disait alors; il se substituait à elle et prononçait par sa bouche même une série de blasphèmes contre la divinité. Il se passait alors une série de phénomènes du plus haut intérêt médical; j'appelle sur eux votre attention, car nous allons les retrouver dans une maladie aujourd'hui bien connue et ils nous

serviront à expliquer tout ce qu'il y avait de vrai dans la sorcellerie.

C'était surtout en face de l'exorciste que la lutte s'établissait ainsi et que le diable, pour être bien sûr de ne pas abandonner sa proie, s'incarnait en elle. D'autres fois, il faisait tordre la possédée dans d'horribles contorsions : la foule des voisins s'assemblait et un procès criminel n'était pas loin, vous le pensez bien.

Une description de ces crises des sorcières serait bien longue. J'emprunte à un traité de diableries publié en 1659, à Amsterdam, par Abraham Palingh, un certain nombre d'images qui vous feront bien voir ce qu'elles étaient.

Au milieu de son repas, je suppose, la sorcière tombait tout à coup par terre en poussant un grand cri; elle se tordait dans d'horribles contorsions; sa figure n'avait plus forme humaine et le diable grimaçait par ses traits; voyez, sur cette gravure, l'épouvante de tous les convives. Ses membres s'agitaient, elle hurlait, l'écume s'amassait à sa bouche. Enfin, le diable daignait partir et sortait généralement du corps au milieu de vomissements incoercibles.

Voici encore une gravure du même auteur qui vous montre une autre sorcière dans le même état, mais la crise finit autrement et les assistants ont toutes les peines du monde à empêcher cette malheureuse de se jeter par la fenêtre. En voici une autre qui tombe tout à coup au milieu d'une réunion de famille : je vous en prie, voyez comme ses poignets sont contracturés en arrière; c'est un signe dont je vous reparlerai tout à l'heure.

C'est surtout au milieu des sermons et des cérémonies du culte que l'attaque de possession survenait. Voici encore une gravure empruntée à Palingh qui vous montre une attaque débutant à l'église même et pendant qu'un prédicateur entretient son auditoire de la puissance du démon.

Quand on lit attentivement le récit de ces attaques, on voit que les contorsions de la possédée pouvaient atteindre des degrés inouïs; voyez cette vieille estampe, elle vous montre une de ces malheureuses qui se tient debout sur sa tête, les jambes en l'air au grand ébahissement de la foule. D'autres se plaçaient en arche de pont, ne reposant que sur la nuque et les talons, puis elles étaient prises de mouvements convulsifs dans lesquels elles se lançaient en l'air; finalement, l'attaque se terminait par une période de délire et par des vomissements. Nous reviendrons sur tout cela quand nous parlerons des épidémies de possession.

J'ai hâte d'arriver à un point très important de la sorcellerie, à une série d'hallucinations provoquées qui constituaient ce qu'on a toujours appelé le *sabbat*.

Jaloux de Dieu, Satan veut comme lui réunir ses fidèles dans son temple un jour par semaine et il imagine le sabbat, où se parodient toutes les cérémonies de la religion.

Il y a deux sabbats principaux : le petit et le grand; ils sont identiques, sauf que le grand sabbat réunit les sorciers de toute une région.

C'est la nuit que la cérémonie a lieu : l'endroit choisi est quelque bruyère déserte, un cimetière abandonné, un gibet, un château ou un monastère en ruines; le procédé pour s'y rendre est des plus simples : le diable a remis à la sorcière une graisse spéciale faite du foie d'enfants morts sans baptême. Il lui suffit de s'en frotter le corps, de prononcer des paroles magiques et d'enfourcher un manche à balai pour être aussitôt transportée à travers les airs : dès maintenant, je puis vous dire que, de l'avis de tous, ces onguents contenaient des sucs de solanées vireuses, de mandragore et de belladone, qui ont pour action précisément de provoquer des hallucinations persistantes et enchaînées. Voyez cette gravure du XVI[e] siècle, elle vous montre une sorcière qui est en train de se graisser, pendant qu'une autre se sauve par la cheminée, à cheval sur son bâton. Dans quelques cas, la sorcière appelait simplement son démon qui la prenait sur son dos et la portait dans les airs. C'est ce que vous montre cette gravure extraite du *Traité de théologie* du R. P. Fr. Guaccius.

En cas de pluie, on se protégeait durant le trajet par quelques paroles magiques. En arrivant au sabbat, on devait subir un léger examen et faire constater qu'on portait bien le *stigma diaboli* : Téniers, le grand peintre, nous a laissé un merveilleux tableau de cette arrivée au sabbat et je vous demande la permission de le faire passer sous vos yeux.

Une fois entré sur le lieu du sabbat, il fallait rendre hommage à Satan, au président de l'assemblée. Il se tenait sur un trône, et cette fois il n'était ni déguisé ni travesti. Il avait une tête et des pieds de bouc (vieux souvenir du dieu Pan), une queue immense, des ailes de chauve-souris. Il lui arrivait bien quelquefois de se costumer autrement (les hallucinations des sorcières ne pouvaient être toujours les mêmes), et alors il se présentait sous la forme d'un baudet, d'un grand cyprès, d'un chat noir, etc.

Tout au sabbat se passait à rebours : on faisait à Satan une révérence, mais en lui tournant le dos; puis, solennellement, on renonçait à Dieu, à la Vierge, aux saints, et on se vouait au diable. Voici encore de ces vieilles gravures du XVI[e] siècle, elles vous représentent ces épisodes. Ce n'était pas suffisant : Satan baptisait chaque néophyte en ridiculisant la cérémonie ordinaire, et il forçait chacun à piétiner sur une croix; puis, muni chacun d'une torche, tous les sorciers dansaient en

rond, en se tournant le dos. Minuit sonnait, et tous se prosternaient devant le maître, c'était le moment de l'hommage suprême.

Après cela avait lieu le banquet; la plus vieille sorcière, la reine du sabbat, s'asseyait à côté de Satan et tout le monde se mettait à table. On mangeait surtout des crapauds, des cadavres, des foies des cœurs d'enfants non baptisés.

Après quoi les danses recommençaient de plus belle et Satan ne dédaignait pas d'y prendre part ou même de servir d'orchestre : Marie Desvignes, une pauvre fille qu'on a brûlée à Valenciennes, raconte l'avoir entendu chanter un jour une chanson comique : *Guizelire ou le pot d'étain.* Les danses étaient de la dernière obscénité, et je suis obligé, pour ce qui en est, de vous renvoyer aux auteurs originaux, qui fort heureusement ont écrit presque tous en latin.

Vers la fin du sabbat commençait la messe noire. Satan, revêtu d'une chasuble de deuil, montait à l'autel et parodiait la messe en tournant le dos au tabernacle. C'était une risée générale : au moment de l'élévation, l'officiant offrait à l'adoration un rond de rave ou quelque grosse carotte rouge. A ce moment la ronde macabre reprenait de plus belle jusqu'au moment où, l'aube paraissant, le chant du coq se faisait entendre : alors tout s'évanouissait et les assistants s'enfuyaient comme une bande d'oiseaux nocturnes effrayés par le jour. Sur sa route, la sorcière répandait ses graisses et ses poisons sur les récoltes de ses ennemis.

Si, par hasard, la route était longue, le diable transformait la sorcière en quelque animal vulgaire et elle pouvait regagner ainsi sa maison sans être reconnue.

Ce que je viens de vous dire a pu vous paraître singulier, ridicule même : peut-être vous êtes-vous étonnés que l'esprit humain ait été amené à de pareilles aberrations, et que la folie épidémique, contagieuse, ait pu conduire de malheureuses hallucinées à s'avouer coupables des crimes bizarres dont je viens de vous entretenir. Mais ce qui va vous paraître plus extravagant encore, ce sont les procédés qu'employaient les tribunaux contre les sorcières. Je m'abstiendrais de vous détailler tous ces faits si, au point de vue médical, nous ne devions y trouver des enseignements précieux.

La sorcellerie était un crime d'exception et les règles ordinaires des instructions juridiques n'étaient pas observées contre elle. Une bulle du pape Innocent VIII défend même que l'accusée puisse avoir un avocat.

Quelquefois la cour appelée à juger le procès était composée uniquement de laïques : c'est ce qu'on voyait particulièrement à Valenciennes, où beaucoup de sorciers furent exécutés.

D'autres fois, le tribunal était mi-parti laïque et mi-parti ecclésiastique. Le plus ordinairement, il était entièrement ecclésiastique.

La sorcière, ou la femme soupçonnée d'être telle, était généralement dénoncée par les siens : on l'avait vue rôdant la nuit, elle était entrée chez une voisine dont l'enfant était mort quelques jours après, ou dans une étable où le bétail était devenu malade : la grêle était tombée un jour qu'on l'avait vue près d'une mare. De plus on l'entendait chez elle se débattre; ses enfants, son mari avaient raconté qu'elle avait des crises dans lesquelles elle écumait, se tordait et prenait des positions extraordinaires.

En face de la dénonciation, les juges examinaient les indices qui pouvaient les amener à croire à la culpabilité.

Le premier de ces indices était le nom même de la femme soupçonnée. C'est à n'y pas croire : le nom de l'accusé devient une preuve contre lui. J'ai peur que vous ne m'accordiez aucune confiance quand je vous dirai que s'appeler Payen, Sarrazin, Bucher, Verdelet, Jolibois sont des preuves déjà convaincantes de culpabilité; or c'est Del Rio qui nous l'affirme. En second lieu, la pâleur, la malpropreté, qui devait provenir des fréquentes transformations en bêtes, le sexe (mille sorcières pour un sorcier), le costume un peu excentrique, devenaient des présomptions très sérieuses contre la malheureuse accusée.

Le tribunal ordonnait l'arrestation. Les sbires attendaient la sorcière au coin d'une rue et se jetaient sur elle par derrière, par crainte de ses crachats ou de la poudre qu'elle leur jetterait et qui les ferait immanquablement périr. On la traînait alors devant les juges et on l'interrogeait en secret.

J'emprunte à un homme qui se vante d'avoir fait brûler plus de mille sorcières, à Boguet, la procédure employée contre ces malheureuses; j'en extrais ces quelques articles : « On ne doit pas suivre les formes ordinaires contre les sorcières : la simple présomption suffit pour excuser l'arrestation. Si la prévenue regarde à terre ou marmotte à part, c'est un indice grave. On ne doit pas faire prendre de bains aux prévenus : l'évêque de Trèves dit que c'est un péché. Si l'accusé n'avoue pas, il faut le mettre dans une dure prison. Il est permis de faire usage de la torture même un jour de fête. Si le bruit public accuse le prévenu de sorcellerie, il est sorcier. Le fils est admis à déposer contre son père. Le repris de justice peut être accepté comme témoin. On doit aussi entendre les enfants. Les variations dans les témoignages ne peuvent prouver l'innocence de l'accusé si tous les témoins le déclarent sorcier. La peine est le supplice du feu; on doit étrangler les sorciers et les brûler après. Les loups-garous

doivent être brûlés vifs. La condamnation peut être juste, même sans preuves, pourvu qu'on ait des présomptions. » J'en passe et des meilleures.

En somme, au début, on interrogeait la sorcière et on tâchait de lui prouver sa culpabilité. Quelquefois elle l'avouait d'emblée, tant ses hallucinations étaient vives ou tant elle craignait la torture; d'ailleurs, à quoi bon nier en face de raisonnements juridiques comme celui que je vais vous soumettre. J'emprunte le fait à Axenfeld et je le cite textuellement : « Une sorcière avoue avoir déterré un enfant récemment mort et l'avoir mangé : on la condamne au feu. Le mari réclame, il demande qu'au moins le fait soit vérifié. La fosse est ouverte et le petit cadavre est trouvé parfaitement intact. Mais le juge n'a garde de se rendre à cette preuve, il s'en tient à l'aveu de l'accusée et déclare le corps de l'enfant une simple apparence produite par la ruse du démon. La femme fut brûlée vive. »

Une fois l'interrogatoire terminé, on passait aux épreuves. Dans certains pays, et en Allemagne surtout, à ce que nous raconte Bayle, on faisait l'épreuve de l'eau : on jetait la femme soupçonnée à la rivière : si elle enfonçait et se noyait c'est qu'elle était innocente; si elle surnageait, elle était sorcière et on la brûlait : l'alternative n'était pas rassurante.

En France, c'est surtout à l'épreuve du stylet qu'on avait recours. Le juge assisté d'un chirurgien faisait déshabiller l'accusée et lui bandait les yeux. Puis, au moyen d'un stylet aigu on lui perforait la peau en maints endroits : on cherchait le *stigma diaboli*, ce point insensible qu'on pouvait piquer sans provoquer l'issue du sang. Je vous montrerai tout à l'heure qu'on devait le rencontrer presque toujours.

Dès qu'on l'avait, la conviction était faite; mais on voulait l'aveu de l'accusée et la dénonciation de ses complices et l'on procédait à la torture. — Certes, messieurs, je ne voudrais pas noircir le tableau à l'excès, et si je vous parle de toutes ces hontes, c'est pour y prendre une série d'éléments dont j'aurai besoin pour faire plus tard votre conviction scientifique.

Je vais emprunter à Louïse, qui en a fait une bonne étude, la nomenclature de ces procédés d'examen; je ferai en même temps passer sous vos yeux quelques gravures tirées des dialogues sur la sorcellerie, publiés en 1659 par Abraham Pallingh.

On variait naturellement les supplices, et je crois que la justice ecclésiastique partage sur ce point le monopole des inventions avec la justice chinoise.

La torture la plus ordinaire dans les procès de sorcellerie était la question du *brodequin*. La jambe de l'accusée était placée entre deux planches serrées avec des cordes, et, entr

la jambe et les planches, on enfonçait des coins à coups de maillet. La jambe serrée finissait par éclater, au point, dit un vieil auteur, qu'on en voyait « yssir la mouelle ».

Puis venait l'*estrapade*. On suspendait la prévenue par les mains à une corde attachée au plafond et on lui attachait des poids aux pieds. On la laissait ainsi jusqu'à ce qu'elle poussât des hurlements de douleur. Alors le juge lui ordonnait d'avouer; si elle refusait, l'exécuteur la fustigeait violemment avec des verges et les soubresauts que la douleur imprimait à son corps doublaient encore ses tourments. Si l'aveu ne venait pas, l'exécuteur enlevait la sorcière avec une poulie jusqu'au plafond et la laissait retomber tout d'un coup sur le pavé de la salle. Et cela recommençait jusqu'aux aveux.

Si l'estrapade était impuissante, on avait le *chevalet*. C'était une poutre de bois triangulaire à angle supérieur aigu, sur laquelle on mettait à cheval la prévenue. Puis on lui suspendait aux pieds une série de poids. L'arête de bois entrait lentement, mais sûrement, dans les chairs et, à chaque refus d'avouer, l'exécuteur ajoutait un poids; Marie Carlier, âgée de treize ans, fut mise au chevalet en 1647. Elle y resta plusieurs heures, et il fallut ajouter trois fois des poids pour la faire avouer. Elle fût brûlée vive, à cause de son jeune âge et, pour ne pas apitoyer la foule, on décida que l'exécution aurait lieu dès l'aube.

On avait encore la ressource du *collier*. On nommait ainsi un collier de fer garni de pointes à l'intérieur. Il était attaché à un poteau et on y mettait le cou de l'accusée. Les pointes étaient calculées pour entrer à peine dans les chairs. Mais on rôtissait avec des brasiers ardents les jambes de la prévenue et la douleur faisait qu'en remuant elle s'enfonçait elle-même les pointes de fer dans la gorge.

On se demande comment, dans de pareils tourments, l'aveu n'arrivait pas immédiatement. N'oubliez pas cependant que cet aveu entraînait d'emblée le bûcher sans grâce possible. Et puis beaucoup de ces malheureuses supportaient la torture précisément parce qu'elles ne sentaient rien, comme les sorciers d'aujourd'hui, dont je vais bientôt vous parler : elles étaient anesthésiques. Quelquefois l'immensité même de la douleur les faisait tomber en une sorte d'extase. Elles apercevaient tout à coup leur démon favori, elles se vantaient de le voir, et, disaient-elles, il leur conseillait de ne rien dire, d'avoir courage, car il leur supprimait toute douleur : cela s'appelait le *charme de taciturnité*.

Quelquefois, la sorcière n'hésitaitpas : l'intensité des souffrances était telle qu'elle avouait d'emblée, puis elle nommait ses complices. Elle désignait n'importe qui comme ayant été au sabbat, et toutes les personnes nommées étaient aussitôt arrêtées et jugées.

Un jour un accusé, à la torture, désigna à un juge sa propre femme : elle fut immédiatement arrêtée.

Le juge Nicolas Remy a fait un long traité sur les tortures qu'il avait ordonnées, et, dans ses vieux jours, au milieu des douceurs de la retraite, il écrivit là-dessus un grand poème totalement absurde dont j'extrais ces quelques vers, qui nous intéressent particulièrement :

Autant on s'édifie en face des sorcières,
Qui savent profiter de leurs heures dernières,
Autant chacun s'indigne à l'obstination
Qu'elles montrent souvent dans leur opinion.
Ces femmes, en effet, au milieu des tortures,
Vantent leur probité, leurs intentions pures,
Éludent du questeur les arguments pressants,
S'indignent de se voir en proie à ses tourments,
Et par aucun aveu n'indiquent leur défaite;
Mais d'où vient que leur bouche est ici si discrète ?
On croirait le démon en leur gosier placé,
Tant il se gonfle et tant le silence est gardé.

Mais déjà si l'on sait les verser sur le dos,
Et dans leur bouche ouverte infuser un peu d'eau,
Surtout de l'eau sacrée empruntée à l'église,
Une confession aussitôt est émise.
Les Grecs, en leurs tourments si raffinés, si forts,
N'en obtiendraient jamais l'aveu des moindres torts;
Tous leurs poils tomberaient de leurs peaux ratissées
Qu'on les verrait dormir sans crainte, déhontées.
Pour le sûr, le démon, dans quelque coin caché,
Conduit toute la scène avec autorité.
C'est lui qui leur impose une mâle constance
Et contre la douleur leur ferme résistance.
On sait qu'il est instruit des tourments préparés,
Et les en avertit en termes mesurés,
Qu'il leur déclare aussi la peine rigoureuse
Qui suivrait de leur pacte une capture honteuse;
Qu'au moment que quelqu'une en danger de mourir,
Et sous d'affreux tourments sur le point de trahir,
Il se rend auprès d'elle et lui donne courage,
Lui promettant ses soins pour réparer l'outrage.

En ma présence, un jour, ce fait est arrivé :
Comme à mes questions d'un air embarrassé
La sorcière restait entièrement discrète,
Je soupçonnai près d'elle une cause secrète.
Elle baissait les yeux et puis les relevait,
Par ses gestes à soi du secours appelait.
J'exigeai la raison d'une si grande crainte;
La sorcière alors déposant la contrainte :
« Hélas, s'écria-t-elle dans sa vive douleur,
Voilà de tous mes maux l'abominable auteur.

Il se tient sur ce mur, placé dans cette fente;
Pour me couper la voix, il sème l'épouvante;
Des pattes d'un homard ses mains ont le contour;
Dans la fente il s'avance et rentre tour à tour,
Semblable au limaçon qui rencontre une borne.
Ah ! voici qu'il recule avec sa double corne ! »

De la société, sages modératuers,
De tous crimes commis, inflexibles vengeurs,
Juges, ne craignez point de vous montrer sévères
Dans vos arrêts portés pour punir les sorcières,
Traitez, si vous voulez, de récits fabuleux,
Leur pacte et leur pouvoir sur un ciel orageux;
Mais en tout lieu bétail, arbres, vignes, moissons,
Hommes, femmes, enfants, tombent sous leurs poisons.
Sur ces faits, prononcez du bûcher le supplice,
Tous les siècles loueront ces actes de justice.

A la suite de la torture, la sorcière était condamnée. Les peines variaient : quelquefois on la bannissait du pays; c'est quand les preuves avaient tout à fait manqué : on décapitait quelquefois, mais rarement. On trouve quelques exemples de sorcières jetées dans une marmite d'eau bouillante. Plus généralement, on brûlait, soit après strangulation, soit d'emblée. Dans quelques cas, la sorcière était rôtie à petit feu pour que la douleur fût plus longue et plus cruelle.

Quelques sorcières furent condamnées à l'enfouissement. A Valenciennes, une jeune fille de dix-huit ans fut enterrée vive pour sorcellerie; les cris de la malheureuse enfant étaient si horribles que le bourreau ému se trouva mal et refusa de continuer. Le juge, très tranquille, lui ordonna de finir.

Souvent la sorcière était menée au bûcher sur la claie, c'est-à-dire qu'on l'attachait au derrière d'une charrette et qu'on la traînait par les rues la face contre terre, dans la boue, sur les pierres et dans la poussière.

Louïse a retrouvé une série de factures du bourreau, on y voit exprimée chaque phase de la torture pour laquelle il demande quelques deniers; chaque note se termine par une réclamation de deux sous pour le blanchissage de ses gants blancs.

Voilà, messieurs, le tableau, non chargé, des horreurs de la sorcellerie. Pour que ma tâche soit complète, il faut maintenant que j'en examine avec vous les cas les plus célèbres et que je vous montre à quel degré cette plaie terrible s'était répandue sur la terre il y a deux cents ans. (*A suivre.*)

Le Gérant, E. Cottin.
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

16 AVRIL 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 107.

Les Sorcières; Conférence de M. le Dr **P. Regnard**, professeur à l'Institut national agronomique, directeur adjoint du laboratoire de Physiologie à l'École des Hautes Études.

Suite ([1]).

L'histoire des sorcières célèbres commence par un nom qui va vous émouvoir, car il s'agit d'une des gloires les plus pures de la France. Jeanne d'Arc fut condamnée et brûlée par le tribunal ecclésiastique français pour avoir appelé Satan à son aide et exterminé l'armée anglaise.

Cinq ans après cette mort tragique, il se répandit bientôt le bruit qu'il existait dans le pays de Vaud une quantité considérable de sorciers. Ceux-là avaient la spécialité d'être anthropophages. Ils se saisissaient des enfants nouveau-nés et les mangeaient : ils commençaient par leurs propres enfants; le juge Bolingen et l'inquisiteur Eude firent périr un nombre immense de ces malheureux, plus de mille certainement. Ces pauvres fous étaient hallucinés à ce point qu'ils venaient s'accuser eux-mêmes d'avoir déterré des morts, de les avoir fait bouillir et de les avoir mangés. Un jeune villageois alla dénoncer sa femme qu'il avait épousée quelques jours avant et accepta avec joie l'idée qu'elle serait brûlée sur le même bûcher que lui; jamais les juges ne cherchèrent une preuve : ils s'en tinrent aux aveux, ne s'apercevant même pas qu'ils avaient affaire à une série d'aliénés.

Moins de vingt ans après, une grande épidémie éclata dans la ville d'Arras. Une foule de femmes se figurèrent avoir assisté au sabbat : elles étaient prises le soir de crises convulsives, tombaient dans une sorte d'extase et en se réveillant racontaient les choses les plus étranges. Les chroniques de

([1]) Voir *Bulletin* n° 106.

Monstrelet nous racontent qu'un nombre considérable furent brûlées vives, sauf celles qui donnèrent aux juges de l'argent pour n'être pas inquiétées. Vers 1500, ce fut en Allemagne que l'on vit tout à coup les sorciers paraître en quantité. En 1484, Innocent VIII avait fulminé la bulle où il ordonnait de procéder contre eux avec la dernière rigueur. Pour débuter, quarante et une femmes de Burbie furent brûlées vives, pour avoir mangé des enfants après les avoir fait bouillir; remarquez que jamais personne ne s'était plaint de disparition d'enfants; les accusées déclaraient leur crime avec orgueil, cela suffisait aux tribunaux. Quarante-huit autres furent brûlées à Constance pour avoir assisté au sabbat. Une, entre autres, se vanta d'être capable de déchaîner un orage par une parole magique; elle fut immédiatement mise à mort.

A la même époque le diable envahit un couvent de Cambrai et il entra dans le corps des religieuses. Aussitôt toutes ensembles elles se mirent à miauler, à aboyer, à courir, à grimper aux arbres et à se tordre par terre. Un exorcisme envoyé par le pape lui-même ne produisit aucun effet : on fut obligé de juger et de condamner les malheureuses.

En 1507, nouvelle épidémie, cette fois en Catalogne : trente femmes sont brûlées vives.

De 1504 à 1523, commence en Lombardie la grande épidémie de Côme dont la répression est confiée aux dominicains. Les symptômes de la maladie sont ceux que je vous ai fait connaître. Le traitement est violent, car les frères de saint Dominique font brûler plus de mille sorciers par an.

C'est à ce moment que la démonomanie règne avec fureur : cent cinquante femmes sont fouettées à Estella et une centaine brûlées à Saragosse.

Les nonnes d'Uvertet, de Brigitte, du mont de Hesse, de Kintorp, se mettent à pousser des hurlements, à gambader, à miauler. Les orphelines d'Amsterdam sont prises à la même époque; un monomane de Dôle est brûlé pour avoir mangé des enfants vivants; quatre-vingt sorcières sont brûlées en Savoie, quatre cents à Toulouse; à peu près autant à Avignon.

En 1580, éclata la grande épidémie de Lorraine, où Nicolas Rémy fait brûler plus de neuf cents sorciers et sorcières; au même moment, Boguet en brûle six cents à Saint-Claude, et de Lancre des milliers dans le pays basque. Ici on rencontre une grande quantité d'enfants, de ceux que Boguet disait ne pas devoir être brûlés à cause du jeune âge, mais étranglés après avoir véhémentement senti les flammes.

Les prêtres mêmes n'échappent pas au supplice. Le malheureux curé Gaufridi, à force de s'occuper de sorcellerie, se met à déraisonner, et il est brûlé vif en même temps qu'une jeune fille aveugle.

Dans le Berry, on brûle jusqu'à vingt et un sorciers le même jour.

Je ne vous trompais donc pas quand je vous disais que la sorcellerie avait été plus funeste à l'humanité que de grandes guerres.

J'en ai fini, messieurs, avec la sorcellerie proprement dite, avec ce que plusieurs auteurs ont appelé la diablerie active, et j'arrive à une autre forme de démence, à la possession, à la diablerie passive.

Satan, vous ai-je dit, a deux manières de procéder : il séduit la sorcière et l'entraîne avec son consentement, ou bien il entre en elle sans lui en demander la permission; il parle par sa bouche et se sert d'elle pour arriver au mal. Il peut même posséder ainsi des animaux. Il peut envahir des cadavres et en faire des revenants.

Il y a eu des possédés de tout temps. On en trouve à chaque instant la trace dans la Bible et dans les Évangiles. Mais c'est surtout au XVIIe siècle que la possession a remué les esprits. Ç'a été la maladie de l'époque, comme la sorcellerie avait été la maladie du XVIIe siècle, comme la monomanie des grandeurs est le mal de notre siècle.

La première grande épidémie que nous rencontrons eut lieu dans un couvent de Madrid. C'est, en effet, presque toujours dans les couvents, et surtout dans les couvents de femmes, que les pratiques religieuses et la préoccupation perpétuelle du merveilleux ont entraîné les désordres nerveux constituant la possession.

Celle de Madrid débuta dans un couvent de bénédictines, dont l'abbesse, dona Theresa, avait à peine vingt-six ans. Une religieuse fut tout d'un coup atteinte de convulsions étranges; elle était prise de secousses subites, ses mains se raidissaient et se tordaient, l'écume lui venait à la bouche, elle exécutait des mouvements, dans lesquels son corps était projeté en l'air et ne reposait plus que par la nuque et les talons, elle poussait des hurlements la nuit et finissait par avoir un véritable délire incohérent. Elle déclara qu'un démon nommé Peregrino (vous remarquerez qu'en Espagne le diable a un nom espagnol) avait pénétré en elle et ne cessait de l'obséder. Bientôt toutes les sœurs, sauf cinq, et dona Theresa elle-même furent atteintes, et alors ce fut une suite de scènes indescriptibles; les religieuses passaient leurs nuits à hurler, à miauler, à aboyer, se déclarant chacune possédée par un ami de Peregrino. Le confesseur du couvent, François Garcia, se mit à exorciser chacune des démoniaques, mais sans succès, et il fallut que le Saint-Office prît la chose en main et isolât chaque religieuse dans les cachots des différents couvents. Garcia, qui, dans toute l'affaire, avait montré un certain bon

sens qu'on n'a guère coutume de rencontrer dans l'espèce, fut condamné pour s'être mis en relation avec les démons avant de les avoir attaqués.

La possession des bénédictines eut certes un grand retentissement; mais leur célébrité n'est rien à côté de celle des ursulines de Loudun, qui furent possédées l'année suivante, c'est-à-dire en 1631.

L'histoire de cette possession fameuse va être pour moi une occasion de vous faire connaître la maladie dans tous ses détails. Il faut que vous sachiez qu'il y avait alors à Loudun un prêtre nommé Urbain Grandier, âgé d'environ quarante ans, très intelligent, d'extérieur et de manières agréables, et dont on parlait beaucoup, un peu trop peut-être. Il avait eu de grands succès comme homme du monde et comme prédicateur, et cela lui avait attiré la haine féroce de tous ses confrères.

Il fut, sur des dénonciations anonymes et pour manque à la discipline ecclésiastique, condamné par son évêque à jeuner au pain et à l'eau tous les vendredis; mais cet arrêté fut annulé par l'archevêque de Bordeaux. Urbain Grandier en conçut un orgueil facile à comprendre et revint à Loudun avec la palme du martyre. Sur ces entrefaites, le cardinal de Richelieu envoya dans cette ville le conseiller Laubardemont chargé d'en raser les fortifications. Cette mesure n'était pas populaire. Grandier s'associa aux opposants, et peut-être même alla-t-il jusqu'à publier contre le grand cardinal un pamphlet resté célèbre. Toujours est-il qu'il eut dès lors contre lui ses rivaux et le gouvernement. Sa perte était décidée, et l'occasion de la réaliser se présenta d'une manière que personne, sans doute, n'attendait.

Il y avait à Loudun une communauté d'ursulines qui se vouaient à l'enseignement. Elle était composée de filles de grande maison, car on y voyait Mme de Belciel, Mme de Sazilly, parente du cardinal, Mm de Barbezieux, Mme de Sourdis, etc. Il n'y avait même qu'une seule roturière, sœur Séraphique Archer. Le prieur était un certain abbé Moussaut, qui ne tarda pas à mourir. Peu de temps après, Mme de Belciel vit son cadavre lui apparaître une nuit et s'approcher de son lit. Elle poussa des cris qui réveillèrent tout le couvent. Ce spectre revint toutes les nuits. La religieuse raconta ses terreurs à ses compagnes, et toutes ensemble elles se mirent à trembler de peur. Il en résulta que bientôt le spectre apparut à chacune d'elles; ce ne fut plus dans le dortoir que cris et terreur et courses folles. Le mot de possessions fut lancé et accueilli par tout le monde : le chanoine Mignon, aidé de deux collègues, vint au couvent pour chasser les diables. La supérieure, Mme de Belciel, déclara qu'elle était

possédée par Astaroth, et dès que l'exorcisme commença, elle se mit à pousser des hurlements et entra en des convulsions horribles; elle prétendit, dans son délire, que c'était le curé Grandier qui l'avait enchantée en lui offrant des roses.

Grandier n'était pas le confesseur du couvent, mais là, comme partout, on parlait beaucoup de lui et on l'admirait, malgré sa réputation d'homme léger.

La supérieure dit en outre que Grandier venait chaque nuit dans le couvent depuis quatre mois et qu'il y entrait et en sortait en passant à travers les murs.

Les autres possédées, Mme de Sazilly entre autres, entrèrent dans des convulsions qui se reproduisirent tous les jours, surtout au moment des exorcismes.

Les unes, se mettant sur le ventre, rejoignaient leur tête à leurs talons. D'autres arrivaient à poser leur nuque sur la pointe de leur pied, d'autres encore fuyaient en roulant, poursuivies par des prêtres qui les pourchassaient, tenant en main le Saint-Sacrement : leur langue sortait de leur bouche et devenait noire et toute tuméfiée.

Les hallucinations se joignaient aux convulsions, les possédées voyaient leur diable : Mme de Belciel s'en connaissait sept; Mme de Sazilly, huit; Mme de la Mothe, quatre; c'étaient surtout Asmodée, Astaroth, Leviathan, Isaacharum, Uriel, Béhémoth, Dagon, Magon, etc. Dans les couvents, le diable reprend les noms qu'il porte en théologie.

Dans quelques cas les religieuses tombaient en catalepsie; dans d'autres, elles devenaient somnambules et erraient dans un état d'automatisme complet. Elles sentaient toujours le diable en elles, et c'était pour lui obéir qu'elles se roulaient ou prononçaient des discours incohérents, injuriaient Dieu, blasphémaient et commettaient des actes abominables.

Laissez-moi vous lire dans le père Joseph le récit d'un de ces exorcismes qui réussissaient surtout à développer la fureur hystérique des malheureuses.

« Un jour la supérieure pria le père de faire une neuvaine en l'honneur de saint Joseph, pour obtenir que ses dévotions ne fussent pas si souvent troublées et interrompues; ce qui fut aussitôt accordé par l'exorciste, lequel ne douta pas du bon succès de cette dévotion extraordinaire, et qui promit de son côté de dire des messes à la même intention, dont les démons furent enragés, et, pour s'en venger, le jour des Rois, qui était le troisième de cette neuvaine, ils la troublèrent. Ils rendirent son visage bleuâtre et firent arrêter fixément ses yeux sur une image de la Vierge... Il était déjà tard; mais le père Surin prit la résolution d'exorciser puissamment, et de faire adorer avec effroi au démon celui devant lequel les mages s'étaient prosternés... Pour cet effet, il fit passer l'éner-

gumène dans la chapelle, où elle prononça quantité de blasphèmes, voulant frapper les assistants et faisant de grands efforts pour outrager le père même, lequel la conduisit pourtant enfin doucement à l'autel où il la fit lier sur un banc, et, après quelques oraisons, il ordonna au diable Isaacharum de se prosterner en terre avec signes de révérence et de sujétion, pour honorer l'enfant Jésus; ce que le démon refusa de faire en blasphémant horriblement. Alors l'exorciste chanta le *Magnificat*, et lorsqu'il vint à ces paroles : *Gloria patri*, etc., cette impie religieuse, dont le cœur était véritablement rempli du démon, s'écria : « Maudit soit le Père, maudit soit le Fils, » maudit soit le Saint-Esprit, maudite soit Marie et toute la » cour céleste!... »

» Le diable redoubla encore ses malédictions contre Marie, à l'occasion de l'*Ave maris stella*, et dit qu'il ne craignait ni Dieu ni Marie et qu'il les défiait de l'ôter du corps qu'il occupait... On lui demanda pourquoi il défiait un Dieu qui est tout-puissant? « Je le fais par rage, répliqua-t-il, et désormais ni moi ni mes compagnons ne feront plus autre chose. » Alors il recómmença ses malédictions et il maudit en même temps la neuvaine. Le père Surin commanda de nouveau à Isaacharum d'adorer Jésus et de faire satisfaction tant à ce divin enfant qu'à la sainte Vierge, de tant de blasphèmes qu'il avait vomis contre eux... Isaacharum n'étant pas traitable, il refusa d'obéir... Le *Gloria* qui fut chanté sur-le-champ ne servit qu'à lui faire proférer de nouveaux blasphèmes contre la Vierge. Il fut fait encore de nouvelles insistances pour obliger le diable Béhémot a faire amende honorable à Jésus, et Isaacharum à sa sainte Mère, pendant lesquelles la supérieure ayant eu de grandes convulsions, elle fut déliée, parce que l'on s'imagina que le démon voulait obéir; mais Isaacharum, la laissant tomber par terre, s'écria : « Maudite soit Marie, et maudit soit le fruit qu'elle a porté. » L'exorciste lui recommanda à l'instant de faire satisfaction à la Vierge de ces horibles paroles en se vautrant sur la terre comme un serpent... en léchant le pavé de la chapelle, en trois endroits, de demander pardon en termes exprès... Mais il eut encore refus d'obéir, pour le coup, jusqu'à ce que l'on vint à continuer le chant des hymmes. Alors le diable commença à se tordre, et en se vautrant et se roulant, il conduisit son corps jusqu'au bout de la chapelle où il tira une grosse langue bien noire, et lécha le pavé avec des trémoussements, des hurlements et des contorsions à faire horreur. Il fit encore la même chose auprès de l'autel, après quoi il se leva de terre et demeura à genoux, avec un visage plein de fierté, faisant mine de ne vouloir pas passer outre; mais l'exorciste, avec le Saint-Sacrement en main, lui ayant commandé de le satisfaire de paroles, le

visage changea et devint hideux, et, la tête se pliant en arrière, on entendit prononcer d'une voix forte et précipitée, qui était tirée du fond de la poitrine : « Reine du Ciel et de la terre, je demande pardon à votre Majesté des blasphèmes que j'ai dits contre votre nom. »

Et maintenant, ces quelques figures, copiées des tableaux de nos plus grands maîtres, vous donneront bien une idée des attaques de possession et des exorcismes, puisqu'elles ont été prises par des témoins oculaires et rendues par des hommes de génie.

En 1635, on ne parlait en France que des possédées de Loudun; le frère du roi, Gaston d'Orléans, fit le voyage pour les voir. Les exorcistes, les pères Surin, Tranquille et Lactance, lui donnèrent le spectacle des convulsions, et c'est ce jour-là que survint un phénomène curieux; le père Surin, en train d'exorciser, fut pris lui-même d'une attaque de possession; il perdit connaissance et se roula par terre : il déclara ensuite que Isaacharum avait pénétré dans son corps. — Devant le prince, Mme de Belciel prit les postures les plus inouïes. — Sœur Agnès était possédée par Asmodée et Behérit; devant le duc d'Orléans, elle fut prise de convulsions pendant l'exorcisme. Elle refusa d'embrasser le ciboire et se tordit sur elle-même au point qu'elle formait un vrai cercle et que ses pieds touchaient son front : elle proféra d'horribles blasphèmes. Mme de Sazilly était possédée par le diable Sabulon : il la fit courir autour de l'église, tirant une grande langue noire et toute parcheminée.

Au milieu de ces folies, les ursulines de Loudun n'oubliaient pas d'accuser Grandier et de se dire ensorcelées par lui. Il avait fait avec le diable des pactes dont l'un venait du sabbat d'Orléans et était composé de chair d'enfants morts sans baptême. L'archevêque de Bordeaux ordonna de laisser Grandier en paix et de soigner les nonnes. Mais cela ne faisait pas l'affaire de Laubardemont qui partit pour Paris et en revint avec un ordre qui lui donnait plein pouvoir pour instruire contre le magicien Grandier et le condamner sans appel au parlement et sans recours au roi. Il avait sa vengeance, et Grandier allait payer cher son pamphlet.

Il fut immédiatement jeté en prison malgré ses protestations et les supplications de sa vieille mère, et on procéda aux constatations. Une série d'exorcismes furent tentés contre les énergumènes et contre lui, et c'est dans une de ces séances mémorables que l'on reçut une lettre du diable, encore aujourd'hui à la Bibliothèque nationale et dont je fais projeter la photographie. Vous voyez qu'Asmodée y promet en son nom et au nom de ses camarades Grésil et Amand de tourmenter particulièrement Mme de Belciel.

Un jour enfin, après des mois entiers, où les exorcismes avaient été infructueux, Grandier demanda à chasser lui-même les démons. On le lui accorda. Une grande assemblée fut convoquée en l'église Sainte-Croix, et, après les prières, on amena les possédées. A la vue de Grandier qui prononçait les paroles sacramentelles, elles entrent en fureur, poussent des cris de rage, gambadant, se roulent sur le sol. Jamais on n'avait vu pareil scandale.

On apporte les pactes de Grandier et on les brûle dans un brasier. Les possédées s'échappent de nouveau, entourent le pauvre prêtre, le griffent, le frappent, au point qu'on est obligé de le ramener en hâte à sa prison.

Peu de jours après, le tribunal s'assembla et déclara Grandier magicien. Il fut condamné à faire amende honorable en chemise, tête nue, la corde au cou, et à être ensuite brûlé vif. L'arrêt ajoutait qu'il subirait en outre la question.

Mais auparavant il fallait chercher sur Grandier le *sigillum diaboli*, le point insensible que vous connaissez. Laubardemont ne put trouver pour cela de chirurgien, il fut obligé d'en faire arrêter un par les archers. On ne rencontrait nulle part le sceau du diable. Laubardemont ordonna alors au chirurgien d'arracher à Grandier les ongles des mains et des pieds pour voir si le fameux sceau ne serait pas au-dessous. Le chirurgien refusa d'obéir, il fondit en larmes et demanda pardon à Grandier de ce qu'il avait déjà été obligé de faire.

On conduisit alors le malheureux condamné à la chambre de la torture où le tribunal était assemblé.

Les moines exorcisèrent les instruments de supplice, et on commença la question du brodequin : dès le premier coup de maillet, on entendit un horrible craquement; c'étaient les jambes du pauvre prêtre qui venaient de se briser. Le malheureux poussa un tel cri que le bourreau recula. Le moine Lactance se jeta sur le tortionnaire en lui criant : « Cogne! mais cogne donc! » Grandier, revenu à lui, déclara qu'il n'était pas coupable de magie. Le bourreau, les larmes aux yeux, lui montra alors quatre coins qu'il allait être obligé d'enfoncer. « Mon ami, lui dit Grandier, vous pouvez en mettre un fagot. » Le père Tranquille fit alors remarquer au bourreau qu'il s'y prenait mal et lui montra comment il fallait faire pour que la douleur fût plus grande. Les huit coins furent placés. Le bourreau n'en avait plus.

Laubardemont lui ordonna d'en mettre deux autres; ému comme il était, cet homme ne put y parvenir. On vit alors un horrible spectacle : les capucins Lactance et Tranquille, relevant leur froc, s'emparèrent des maillets et enfoncèrent eux-mêmes les coins avec rage.

Laubardemont, pris de pudeur, ordonna d'arrêter : les

jambes du malheureux prêtre étaient crevées, réduites en bouillie et les esquilles d'os sortaient de toutes parts.

La torture avait duré trois quarts d'heure. On coucha Grandier sur de la paille en attendant l'heure du supplice. A 4h, on le porta sur une charrette et, au milieu d'une foule immense, on le conduisit devant l'église Saint-Pierre où il fit amende honorable, et finalement au bûcher, autour duquel se trouvaient des estrades chargées des plus belles dames de la ville. Le bourreau le prit à brassée sur la charrette et l'assit sur le bûcher. Là, on lui lut pour la cinquième fois son arrêt.

Dans un moment de douceur, Laubardemont lui avait promis qu'on l'étranglerait avant d'allumer le feu; mais les moines avaient pendant le trajet fait des nœuds à la corde. Ils repoussèrent le bourreau, se jetèrent sur Grandier et le frappèrent à grands coups de crucifix. Comme la foule commençait à se soulever et que le condamné refusait toujours d'avouer son prétendu crime, le moine Lactance prit une torche et enflamma lui-même la paille du bûcher. Le bourreau se précipita pour étrangler; mais, je vous l'ai dit, la corde était nouée, et il ne put y parvenir.

C'est un prêtre catholique, Ismaël Bouilliau, qui nous rapporte la chose lui-même avec indignation.

En quelques minutes les flammes gagnèrent la chemise de Grandier et on put le voir se tordant au milieu d'un brasier. A ce moment une nuée de pigeons vint tourbillonner autour du martyr et s'envola ensuite vers le ciel.

La mort du malheureux curé fut loin d'apaiser la possession, les ursulines continuèrent leur existence d'énergumènes jusqu'à ce qu'on eût pris la résolution de les isoler les unes des autres. Puis les jeunes filles de la ville furent atteintes à leur tour par les démons, qui s'appelaient Charbon d'impureté, Lion d'enfer, Féron et Malon. L'épidémie gagna même les environs. Les filles de Chinon furent presque toutes frappées et deux prêtres accusés de magie; fort heureusement, le coadjuteur de l'évêque de Poitiers procéda avec bon sens et dispersa les énergumènes. Bien mieux, la ville d'Avignon, la terre du pape, se remplit à la même époque de possédées. Vous le voyez, l'épidémie de Loudun avait atteint les esprits même au loin : à plus forte raison les acteurs de ce drame furent-ils vivement impressionnés. Grandier n'était pas mort depuis un an que les pères Lactance, Tranquille et Surin devenaient complètement fous et se croyaient possédés par les démons. Il en était de même du chirurgien qui avait assisté à la torture et du lieutenant qui avait présidé à l'exécution. Ils moururent misérablement, méprisés de tous, se roulant dans d'horribles contorsions et réduits à l'état de la brute.

Peu d'années après la possession de Loudun, en 1642, une épidémie nouvelle éclatait à Louviers : tout s'y passa à peu près comme à Loudun; aussi ne vous ferai-je pas l'historique de cette possession. Qu'il me suffise de vous dire qu'à Louviers les prêtres accusés de magie furent au nombre de deux, le curé Picard et Thomas Boullé, vicaire. Le curé Picard était mort depuis cinq ans, son corps fut déterré et jugé. Les deux prêtres furent condamnés au feu. Thomas Boullé fut attaché au cadavre putréfié de son complice, traîné sur la claie la face contre terre et brûlé vif à l'endroit même où Jeanne d'Arc avait succombé.

C'est à Louis XIV, messieurs, que nous devons la fin des procès de sorcellerie. Par un édit célèbre daté de 1682 et rédigé par Colbert, il affirme à peu près la non-existence des sorciers et les rend aux tribunaux ordinaires.

Aussi au XVIIIe siècle voyons-nous les affaires de sorcellerie ou de thaumaturgie relever de la simple police et les arrêtés royaux fermer le cimetière de Saint-Médard en interdisant les miracles.

Plus tard, notre grande révolution (loi du 22 juillet 1791) met les sorciers dans la classe des escrocs ou des malades et les dirige, suivant les cas, sur les maisons de fous ou sur la police correctionnelle.

Ainsi les sorciers n'étaient que des fous, des hallucinés, des monomanes semblables à ceux que nous avons encore aujourd'hui dans nos asiles.

Mais les possédées, que sont-elles donc aujourd'hui? La possession a-t-elle disparu, et, depuis qu'on ne parle plus du diable parmi les gens raisonnables, cette singulière affection a-t-elle été supprimée?

Vous savez que non, messieurs; la possession est encore aujourd'hui dans toute sa force, seulement nous lui donnons un autre nom : c'est l'*hystéro-épilepsie*.

Laissez-moi en quelques mots vous montrer la possédée d'aujourd'hui, vous décrire l'hystérique.

Rien extérieurement ne permet de reconnaître la malheureuse atteinte de ce mal si ce n'est une sorte de bizarrerie d'accoutrement : je vous le disais l'année dernière, les hystériques ont tout un côté du corps insensible. On peut les piquer, les brûler, les couper : elles ne sentent rien. Bien mieux, ces points insensibles sont si mal irrigués que, quand on les perfore, il ne coule pas une goutte de sang. Ceci a bien quelque importance pour nous, car voilà que nous retrouvons le *sigillum diaboli* des sorciers.

Certaines hystériques ont même le corps totalement insensible au point qu'il serait possible de les torturer sans qu'elles sentissent rien. J'ai vu de ces malades atteintes de brûlures

énormes qu'elles avaient laissé s'étendre sur elles parce qu'elles ne s'en apercevaient pas. Ici encore, nous retrouvons la sorcière : souvenez-vous que, pendant la question, il lui arrivait de ne pas pousser un cri; c'était, disent les démonologues, le *charme de taciturnité;* le démon lui supprimait toute douleur. Nous disons aujourd'hui : c'était un cas d'anesthésie hystérique totale.

Les hystériques enfin sont prises certains jours d'attaques qui, vous allez voir, sont absolument identiques avec la crise de possession.

Ces attaques sont annoncées par quelques prodromes. La malade entend tout d'un coup le son des cloches, il se passe comme des roulements dans sa tête, elle voit tout tourner autour d'elle. Cet état vertigineux peut durer plusieurs heures, quelquefois plusieurs jours. Puis arrivent des gonflements de la gorge, des sensations d'étouffement qui ne sont que des contractions spasmodiques de l'œsophage. Les anciennes possédées présentaient aussi ce symptôme. Les exorcistes prétendaient alors que le sort leur remontait à la gorge. Nous appelons cela aujourd'hui la *boule hystérique.*

Quand les hystériques ressentent ces effets qu'elles connaissent bien, elles savent que leur crise va les prendre et on les voit faire des préparatifs dans ce but. Elles arrangent leur lit, leurs vêtements et réclament même aux surveillantes les appareils de contention qui les empêcheront de se briser contre les murs quand commenceront les grandes convulsions.

Les possédées avaient certainement ces sensations prémonitoires, car elles annonçaient l'arrivée de leur démon et prédisaient exactement le début de leur mal.

L'attaque présente un certain nombre de phases : nous en devons la description méthodique à M. le professeur Charcot, et c'est le résumé de ses travaux que je vais vous exposer.

La première phase est la période tétanique : l'hystérique, si elle est debout, tournoie sur elle-même et tombe lourdement par terre en poussant un grand cri. Tous ses membres se raidissent, ses yeux se convulsent, elle est agitée de petites secousses des pieds à la tête et l'écume vient à ses lèvres. On projette sur le tableau des photographies prises pendant cette période : remarquez comme les mains sont convulsées en arrière et souvenez-vous de cette image du XVIe siècle que je vous montrais tout à l'heure. Vous voyez qu'il y a identité entre la sorcière d'autrefois et celle d'aujourd'hui.

Cette période tétanique se divise elle-même en deux phases : dans la première, période tonique, l'hystérique demeure absolument rigide, la bouche ouverte, les doigts crispés. La

connaissance, comme dans le reste de l'attaque, est totalement perdue. La contracture peut atteindre surtout les muscles postérieurs du tronc, de telle sorte que le corps de la malheureuse femme se courbe en arche de pont et ne repose plus que sur les talons et sur l'occiput. Souvenez-vous des possédées de Loudun.

Dans la seconde phase, ou phase clonique, les membres sont pris de secousses violentes, toujours dans le même sens : la face présente des expressions horribles, des contorsions sans cesse changeantes, que les anciens exorcistes déclaraient être la figure de chaque diable particulier venant à son tour se mirer sur les traits de la possédée.

La période tétanique, avec ses deux phases, tonique et clonique, ne dure pas longtemps. La respiration est arrêtée et l'asphyxie menaçante : il résulte de là une sorte de sédation. La malade retombe inerte et respire bruyamment. Après ce repos de quelques minutes, elle se met à pousser quelques cris stridents et commence le deuxième acte ou période des grands mouvements.

Pour soupçonner ce que peut être ce spectacle effrayant, il faut en avoir été témoin, et rien, dans ce que je vais vous dire ou vous montrer, ne pourra vous donner une idée de l'étonnante réalité. L'hystérique se soulève brusquement, comme si un ressort la poussait, son corps entier quitte terre; elle est projetée en l'air, elle retombe, rebondit, et ainsi de suite plus de vingt fois sans s'arrêter.

Je ne puis vous rendre témoins de cette horrible chose, mais je puis vous en donner une représentation. J'ai, au moyen d'un appareil très rapide, photographié successivement toutes les situations que prend l'hystérique dans ces sauts extraordinaires : on a mis ces photographies dans un phénakisticope de projection auquel on imprime un rapide mouvement de rotation. Vous voyez alors les images se superposer successivement et vous assistez à une reproduction de l'attaque.

Cette période de grands mouvements se rencontrait chez les possédées. Les exorcistes ne manquent pas de faire remarquer que les diables les soulevaient de terre plusieurs fois de suite et les y rejetaient rapidement.

Vous concevez bien qu'avec une pareille dépense de forces la période des grands mouvements ne saurait durer longtemps; après une minute au plus, l'hystérique retombe épuisée et meurtrie. Elle demeure en cet état, calme, sans mouvement et sans connaissance pendant quelques minutes.

Puis survient, mais non toujours, une sorte d'entr'acte pendant lequel se passent des faits du plus haut intérêt pour nous : je veux parler des contractures.

Elles sont très variables; examinons-en quelques-unes. On voit tout à coup le milieu du corps de la malade se soulever du lit : les pieds se rapprochent de la tête, de sorte que la malade reste comme l'arche d'un pont et cela pendant des heures entières. Vous savez qu'à Loudun c'était une contracture que l'on voyait souvent chez M[me] de Belciel. Dans d'autres cas, l'hystérique reste étendue sur le ventre et son corps se courbe au point que ses talons viennent frapper sa nuque : c'était la position favorite des possédées quand elles rampaient devant l'exorcisme.

La contracture peut être plus localisée : elle atteint quelquefois un seul côté du corps qui se trouve alors incurvé latéralement. Les membres supérieurs, les membres inférieurs peuvent être seuls pris. En lisant bien les livres des démonologues, nous retrouvons toutes ces variétés. Enfin, quelquefois, souvent même, on observe une contracture localisée à la langue et à la face. La figure de l'hystérique est alors quelque chose de repoussant, d'horrible : les traits sont convulsés et la langue, noire, desséchée, sort de la bouche. Les exorcistes ne manquent pas de nous signaler la chose dans leurs narrations.

Une sorte de contracture bien curieuse est celle qui atteint les membres supérieurs et leur donne l'attitude du crucifiement. On la voyait quelquefois chez les possédées, mais plus souvent chez les théomanes, les extatiques et les convulsionnaires.

Je fais passer sous vos yeux trois de ces crucifiements observés et photographiés à la Salpêtrière.

Après les contractures, ou immédiatement après les grands mouvements si les contractures ont manqué, survient la période des *hallucinations* et des *poses plastiques*. C'est le point de beaucoup le plus intéressant de l'attaque. Après quelques minutes de repos, on voit la malade se lever; elle est sans connaissance, ne voit rien, n'entend rien et alors commence un délire entrecoupé d'hallucinations, toujours les mêmes pour la même malade, hallucinations qui dérivent de ses occupations habituelles ou de ses souvenirs.

C'est à cette période que l'ancienne possédée voyait son diable. Nos hystériques voient aussi leur diable, seulement il change de nom : les malades de la Salpêtrière ne sont pas des religieuses; ce sont des faubouriennes; leur démon ne s'appelle pas Béhémot ou Asmodée, il va avec l'époque, et deux fois, à ma connaissance, il s'appelait Alphonse.

Suivons un de ces délires si singuliers : voici la nommée Louise G.... Immédiatement après la période des contractures, vous la voyez se précipiter sur son lit, elle se cache la tête sous son oreiller en poussant des cris; un homme noir la

poursuit; elle le dit, elle appelle au secours. Voyez quelle angoisse exprime son visage, elle repousse son agresseur avec rage..., puis tout à coup la scène change, c'est le démon familier qui arrive, il est mieux accueilli; en même temps une douce musique retentit aux oreilles de la possédée qui nargue son précédent ennemi, et la période des hallucinations finit au milieu d'une sorte d'extase délicieuse qui se prolonge pendant plusieurs minutes.

Chez Céline M... nous commençons encore par une hallucination triste : elle voit une négresse que des bandits sont en train d'égorger et de scalper. Vous voyez par la photographie quelle épouvantable expression prend sa figure, elle appelle au secours, mais personne ne vient....; la physionomie change avec l'hallucination : voici le bonheur qui se peint sur ses traits et l'extase qui survient comme précédemment.

Quand l'attaque est terminée, elle peut, chez les hystériques comme chez les possédées, reprendre immédiatement et se reproduire avec ou sans variantes un grand nombre de fois.

Souvent, à la suite, on voit survenir un délire qui ressemble beaucoup à celui dont les sorcières et les possédées finissaient par être atteintes, même en dehors des crises.

L'hystérique va alors se réfugier dans quelque coin obscur et demeure à pleurer des jours entiers, ou bien, échevelée et moitié nue, elle parcourt les salles et les promenoirs, hurlant et prophétisant.

C'est, vous le voyez, le tableau complet de la sorcellerie et de la possession.

Ces crises d'hystérie peuvent survenir par épidémies : quand plusieurs hystériques sont dans une salle et que l'une est prise de son attaque, c'est comme une traînée de poudre et toutes sont atteintes à la fois, comme cela se voyait dans les couvents d'autrefois.

Le magicien ne manque même pas aujourd'hui. On pouvait voir il n'y a pas longtemps, à la Salpêtrière, une hystérique qui soutenait que, chaque nuit, l'un des chefs de la maison et moi-même nous passions à travers les murs et pénétrions dans les salles. C'était complet et il est bien probable qu'il y a deux cents ans, mon maître et moi, nous eussions fait connaissance avec le bûcher.

Heureusement, messieurs, tout est bien changé; on ne croit plus aujourd'hui aux sorciers et aux magiciens, et même les personnes qui, parmi leurs titres officiels, portent celui d'exorcistes, gardent sur tout cela un silence qui est bien près d'un acquiescement.

Arrivé au terme de ma tâche, permettez-moi de vous répéter ce que je vous disais en commençant.

C'est avec un effroi véritable, avec un dégoût profond, qu'on

parcourt et qu'on développe cette histoire de la sorcellerie dont je viens de vous entretenir. Mais n'est-ce pas une consolation pour notre esprit que de voir la science d'aujourd'hui nous apporter à chaque instant une explication ou un bienfait? Hier, l'Exposition d'électricité vous montrait la foudre des dieux tombée entre les mains des hommes, domptée, fabriquant par ordre de la lumière et de la chaleur, portant des lettres à domicile et faisant de la musique.

Aujourd'hui la Médecine et la Physiologie vous montrent les vieilles démoniaques dépouillées de leur attirail infernal, le bûcher transformé en douche hydrothérapique et le tortionnaire en un placide interne.

Puisse cette pensée consolante hanter votre esprit quand tout à l'heure vous vous endormirez, puisse-t-elle alors vous préserver des mauvais rêves et des cauchemars (que vous ne manqueriez pas de m'attribuer) et me gagner ainsi un peu de votre indulgence!

Commission des Voyages et Missions scientifiques et littéraires, instituée près le Ministère de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts.

Cette Commission, chargée de l'examen des projets de voyages et missions pour lesquels des subventions ou d'autres encouragements sont demandés, et de l'appréciation des résultats obtenus par mille investigations de ce genre, est composée de la manière suivante :

Président : M. le Ministre de l'Instruction publique;

Vices-Présidents : MM. H.-Milne Edwards, Membre de l'Institut, doyen de la Faculté des Sciences de Paris; Ed. Charton, Sénateur.

Membres : MM.

Xavier Charmes, Directeur du Secrétariat et de la Comptabilité;
Billotte, chef du Bureau des travaux historiques;
Raoul de Saint-Arroman, sous-chef au 2e bureau de la Direction du Secrétariat et de la Comptabilité;
A. Mallet, Employé à la Direction du Secrétariat et de la Comptabilité;
Al. Bertrand, Membre de l'Institut, Directeur du Musée de St-Germain;
Bureau, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle;
Chatin, Membre de l'Institut, Directeur de l'École supérieure de Pharmacie de Paris;
Léopold Delisle, Membre de l'Institut, Administrateur général, Directeur de la Bibliothèque nationale;
Du Mesnil, Conseiller d'État;
Albert Dumont, Directeur de l'Enseignement supérieur;
Duveyrier, Membre de la Société de Géographie;
Girard de Rialle, Chef de la Division des Archives au Ministère des affaires étrangères;
Fouqué, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France;
Félix Fournier, Membre de la Société de Géographie;
Dr Hamy, Conservateur du Musée d'Ethnographie;

MM.
HEUZEY, Membre de l'Institut, Conservateur des Antiquités asiatiques au musée du Louvre;
Ferdinand DE LESSEPS, Membre de l'Institut;
H. LIOUVILLE, Député;
MAUNOIR, secrétaire général de la Société de Géographie;
MEURAND, Directeur honoraire au Ministère des Affaires étrangères;
MICHAUX, Directeur des Colonies au Ministère de la Marine;
A.-MILNE EDWARDS, Membre de l'Institut;
Casimir PÉRIER, Député;
Georges PÉRIN, Député;
Lieutenant-Colonel PERRIER, Membre de l'Institut;
G. PERROT, Membre de l'Institut;
DE QUATREFAGES, Membre de l'Institut;
Jules QUICHERAT, Directeur de l'École des Chartes;
A. RAMBAUD, chargé de cours à la Sorbonne;
Baron REILLE, Député:
Ernest RENAN, de l'Académie française;
Léon RENIER, Membre de l'Institut;
Lieutenant-Colonel ROUBY;
SCHEFER, Membre de l'Institut;
Comte DE SÉGUR;
Docteur TOPINARD, Membre de la Société d'Anthropologie;
Baron O. DE WATTEVILLE, Directeur honoraire au Ministère de l'Instruction publique.

LA COMÈTE *a* 1882.

La première comète de cette année a été découverte le 18 mars par M. Wells, à Boston (États-Unis). Ce jour-là cette comète se trouvait par $17^h 54^m 38^s$ d'ascension droite et $38° 25' 5''$ de déclinaison boréale. La nouvelle de la découverte fut connue le 22 à l'observatoire de Paris, où on put l'observer ce jour même, à l'aide de l'équatorial de $0^m,32$. La comète avait l'éclat d'une étoile de 9e grandeur; dans la masse nébuleuse arrondie de sa tête, on remarquait un noyau central brillant. Sa queue, qui allait en s'amincissant à partir de la tête, était droite et s'étendait sur une longueur d'environ 10'. La comète se trouvait alors entre θ et o d'Hercule et paraissait marcher assez rapidement vers le Nord-Est.

M. Coggia, de l'observatoire de Marseille, en a fait les observations suivantes :

	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire.
Mars 22	$12^h.25^m.22^s$	$17^h.59^m.22^s,33$	$55°. 4'.23'',5$
23	$14^h. 6^m.59^s$	$18^h. 3^m. 0^s,01$	$53°.53'.27'',4$

La queue de la comète avait environ 8' de longueur; son angle de position était de $267°,8$.

Le Gérant, E. COTTIN.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

23 AVRIL 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 108.

LE DANUBE ET LES BALKANS. Conférence de M. **J.-B. Paquier.**

Mesdames, Messieurs.

Le voyage que je vais avoir l'honneur de recommencer avec vous, ce soir, va nous conduire des sources du Danube à Munich et à Ratisbonne, pour de là nous faire pénétrer en Autriche-Hongrie, et, par les Portes de fer, dans la péninsule hellénique, en deçà et au delà des Balkans, soit 5000^{km}, un peu plus de 1200 lieues, aller et retour. C'est un voyage un peu long, je le crains, mais je voudrais qu'il ne vous parût ni fatigant ni monotone. Le touriste fera son possible pour vous distraire par la vue des sites pittoresques ou le récit des incidents, qui toujours viennent agrémenter un voyage de cette sorte, en même temps que le géographe ou l'historien essayera de tirer de la configuration du sol et de la situation des lieux l'explication des grands faits *historiques, politiques et sociaux* qui sollicitent aujourd'hui l'attention de l'Europe.

Mesdames, Messieurs, je ne vous apprendrai rien de nouveau en vous disant que le *Danube* est l'un des deux fleuves classiques du continent européen; l'autre est le *Rhin*.

Le *Rhin* et le *Danube* nous sont aussi familiers que les cours d'eau de notre pays. Ils ont pour ainsi dire bercé notre jeunesse à tous, et nous les retrouvons, à chaque instant ou à chaque pas, dans nos études, soit dans l'antiquité, soit au moyen âge et aux temps modernes. Aujourd'hui encore, ces deux noms soulèvent des questions qui souvent divisent ou passionnent l'opinion. Que sont en face d'eux les autres fleuves du continent, l'Elbe, l'Oder, la Vistule, le Volga, l'Èbre et le Pô lui-même? Ne dirait-on pas qu'ils n'apparaissent que de loin en loin sur la scène, pour jouer le rôle de simples comparses, sans jamais distraire complètement notre attention?

Je ne connais pas, du reste, sur la surface du globe, deux fleuves qui présentent tout à la fois tant de rapports de *res-*

semblance et de *dissemblance*, également curieux à signaler. Envisageons-les d'abord sommairement aux points de vue géographique et politique ([1]). — Tous deux sortent du centre de l'Europe, et de la masse alpestre, pour tracer les deux grandes artères qui marquent les deux plus belles voies de communication de notre petit continent. — Descendu du Saint Gothard, le *Rhin* se creuse un cours assez difficile au milieu des masses confuses qui forment le territoire de la Suisse orientale; puis, se déversant dans le lac de Constance, ou *Bodensee*, il en sort pour se trouver un peu plus à l'aise sur la frontière du grand-duché de Bade, et pénétrer dans la large et fertile plaine de l'Alsace et du Hanau. Là, son cours semble se ralentir et s'égarer à plaisir au milieu des « îles ombreuses, dont les nymphes consolent et reposent le dieu de ses courses vagabondes ou pénibles à travers les hauteurs du midi ». Arrivé à Bingen, il doit de nouveau frayer sa route dans la masse de l'Eifel et du Westerwald, qui « l'étranglent jusqu'à Cologne ». Mais, s'échappant de ces étroits défilés, il se développe avec une lente majesté dans les grandes plaines de la Néerlande, dont il a hâte, croirait-on, de prendre possession, envoyant au Nord, au Sud-Ouest et à l'Ouest des bras nombreux qui constituent presque à eux seuls toute l'hydrographie de la Hollande. Dans son cours de 1400^{km}, il a visité trois États : la *Suisse*, le grand empire d'*Allemagne* et la *Hollande*. — Le *Danube* descend de défilés moins abrupts peut-être, mais aussi pittoresques, qui de tout temps ont fait la réputation de la Forêt Noire. Arrivé à l'extrémité du Rauhe Alp, il traverse le haut plateau de Bavière, qui lui apporte le tribut de ses innombrables cours d'eau, vient bientôt se resserrer entre les gorges parfois sauvages qui dominent son cours de Passau à Vienne, et pénétrant, peu après, dans la vaste plaine de Hongrie, forme le plus vaste bassin de l'Europe centrale. La *Hongrie* est au *Danube* ce que l'*Alsace* et le *Hanau* sont au Rhin. Mais son étendue est beaucoup plus considérable; le Danube lui-même n'a-t-il pas deux fois la longueur du fleuve allemand? A Basiasch il se trouve de nouveau arrêté par les masses de Transylvanie et du Veliki-Balkan, qui tendent pour ainsi dire à se réunir; et jusqu'a Cladova, sur une longueur de 150^{km}, il doit couler, comme le Rhin, entre Bingen et Cologne, encaissé entre des roches abruptes ou boisées. Mais, s'échappant bientôt à flots pressés par les *Portes de fer*, il s'étale avec complaisance dans la région roumaine, qui s'ouvre toute large du côté de l'Orient pour finir par trois embouchures, qui versent à la mer Noire deux fois autant d'eau que tous les fleuves réunis

---

([1]) Projection d'une Carte représentant le cours du *Rhin* et du *Danube*, depuis leurs sources jusqu'à leurs embouchures.

de la France en versent à l'Atlantique et à la Méditerranée. Dans son cours de 2400^{km}, il a visité, lui aussi, trois États qui s'opposent à ceux visités par le Rhin : l'*Allemagne* du Sud, le grand empire d'*Autriche-Hongrie* et la *Roumanie*.

Mais là s'arrête la ressemblance entre ces deux grands fleuves, que nous pourrions appeler les *deux frères ennemis*. Si nous abordons, en effet, le point de vue historique, quelle différence ou quelle inégalité de rôle n'avons-nous pas à signaler, pour chacun d'eux, dans l'histoire générale de l'Europe! On dirait la lutte de deux génies, l'un *bon*, l'autre *mauvais*, naturellement, que nous retrouvons à l'origine de toutes les sociétés, pour expliquer l'opposition du *mal* et du *bien*, qui toujours se disputent et se partagent l'existence humaine. Je ne sais plus dans quelle pièce enfantine, écrite autrefois pour nous donner quelques notions précises sur les origines mêmes de notre histoire, figuraient deux géants qui se faisaient une guerre acharnée. L'un, nommé *Rhein*, défendait vaillamment un château, où s'était retirée quelque noble et puissante princesse, d'une admirable beauté, *Rouma*; l'autre, nommé *Donau*, dépensait tout son courage et sa brutale énergie à triompher de son adversaire. La lutte se terminait, je m'en souviens, au profit du premier. Il arrivait même que Donau, vaincu et fait prisonnier, se laissait gagner par les charmes irrésistibles de la belle *Rouma*, et se rangeait au nombre de ses plus fidèles serviteurs.

Vous comprenez ce que voulait dire la légende. Le Rhin n'est-il pas, en effet, le *fleuve de la civilisation*, qui, dans l'*antiquité*, d'abord, a fait pénétrer au sud, au centre, puis au nord de l'Europe les idées, les principes, les lois et la tradition de Rome, en même temps qu'il opposait une barrière infranchissable aux populations barbares, que le vieux monde asiatique commençait à remuer pour les précipiter bientôt sur l'Occident; — qui, plus tard, au *moyen âge*, a marqué la grande voie d'invasion suivie par les princes austrasiens, pour pénétrer au cœur de la vieille forêt hercynienne, la défricher, la couvrir de monastères, de postes militaires, de bourgs ou de villages, et en faire l'Allemagne moderne! Quelles routes faciles offraient aux progrès de la civilisation, issue de l'alliance de l'antiquité et du christianisme, le Neckar, le Mein, la Lahn, la Ruhr et la Lippe, qui sont, encore aujourd'hui, les grandes voies militaires ou commerciales rattachant le monde germanique au monde néo-latin! — Quant au Danube, il ne mérite, à vrai dire, qu'un nom : c'est le *fleuve de l'invasion*, conduisant à l'attaque du monde ancien ou du monde nouveau le plus grand nombre de ces hordes tumultueuses qui, sans interruption, se sont succédé du IVe au VIIIe, du IXe au XIIe, et du XIIIe au XVIIe siècle. Les Goths, les Huns, les Avares,

les Bulgares, les Hongrois, les Slaves, les Tartares et les Turcs, ont tour à tour suivi cette route naturelle qui leur permettait de pénétrer au cœur même de l'Europe, par les étroites vallées qui se creusent dans la masse alpestre. Que sont devenus tous ces peuples? Les uns ont disparu pour toujours, sans laisser aucune trace. D'autres sont venus demander une place au « banquet de cette vie nouvelle qui s'ouvrait pour le monde civilisé. » Les derniers venus se sont attardés en route, incertains sur le parti à prendre, sollicités en sens contraire par deux forces également puissantes : d'une part l'*Occident* les invitait à se transformer, eux aussi, pour entrer dans la grande famille européenne; de l'autre, l'*Orient* les retenait par des liens nombreux qu'il ne leur était pas facile de rompre. Ils sont restés ce qu'ils étaient il y a trois siècles; et du conflit né de cette opposition persistante de race, de langue, de religion ou d'intérêt, résulte cette redoutable *Question d'Orient* qui n'est pas près de se résoudre.

La dissemblance ne serait pas complète, si nous n'opposions également les deux mers dans lesquelles se jettent ces deux grands fleuves. — L'une, la *mer du Nord*, est largement ouverte sur l'Atlantique qui porte à ce nouveau monde, où l'Europe, depuis tantôt quatre siècles, a jeté les germes si vivaces de sa civilisation toujours progressive. Le Rhin qui conduit en face de l'Angleterre, sur la route maritime des États-Unis d'Amérique, est bien toujours, comme autrefois, le fleuve du progrès, et disons le mot, le *fleuve de l'Avenir*. — L'autre, la *mer Noire*, est à peu près complètement fermée. Elle n'offre pour ainsi dire aucun débouché. Où pourrait-elle nous conduire, si ce n'est à ce lointain mystérieux qui se confond avec les plaines désolées de la région aralo-caspienne? Le Danube reste bien encore le fleuve d'un monde relativement barbare et, disons le mot aussi, le *fleuve du Passé*.

C'est vous dire, Messieurs, qu'avec lui nous pénétrons dans un milieu complètement nouveau, et que l'Europe a toujours considéré comme étranger ou hostile à ses idées, à ses traditions, à sa vie politique et sociale. Avec lui nous sommes sur le chemin de l'Orient; — et l'Orient commence pour ainsi dire à nos portes, au delà de ces défilés, que nous pouvons apercevoir du sommet des Vosges, notre frontière actuelle, et qui donnent naissance au fleuve de la Puzzta et de la région des Balkans. A peine serons-nous entrés en Bavière, que nous verrons se dresser devant nous un monument de forme originale et variée, qui déjà nous reportera bien loin, là-bas où l'imagination des peuples orientaux a su trouver un style architectural à part, et si différent de notre belle architecture ogivale du moyen âge.

Quand, traversant la Forêt Noire et le bassin supérieur du Neckar, on débouche sur les rives du haut Danube, on ne peut tout d'abord se défendre d'une émotion profonde, à la vue de ces localités à jamais célèbres, que l'œil peut embrasser d'un seul regard, et d'où sont sorties trois des plus puissantes familles souveraines de la vieille Europe. — Je laisse de côté, bien entendu, notre famille capétienne, qui n'est inférieure à aucune. — Mais nous sommes là en présence des berceaux de trois maisons qui ont successivement dominé le monde européen. Celle des *Hohenzollern* est originaire de la Souabe méridionale. Son château, situé sur un des rocs les plus escarpés de la Rauhe Alp, le Zollensberg, se trouve à égale distance du Neckar et du Danube, non loin de celui des *Hohenstaufen*, depuis longtemps disparu, et en face de celui des *Hapsbourg*, qui s'élevait, dans la direction du midi, sur un des sommets les plus importants qui commandent le cours inférieur de l'Aar. Malgré soi, on compare à la fortune historique de ces trois familles le sort réservé aux donjons qui leur ont donné naissance. De celui des *Hohenstaufen*, il ne reste plus rien, pas le moindre pan de muraille, qui vienne rappeler son souvenir au voyageur, dans le parcours de la voie ferrée de Stuttgard à Ulm : famille et berceau ont pour toujours disparu ; les ruines elles-mêmes ont péri. Sur la rive gauche de l'Aar, se dresse encore la masse du château des *Hapsbourg*. Mais, même de loin, elle paraît délabrée et nue, ne conservant plus rien de cet aspect féodal, sous lequel on aime à se figurer les vieux manoirs du moyen âge, et prêt à succomber sous l'action dévorante du temps; on voit bien que ce n'est plus là qu'une ruine qui tôt ou tard disparaîtra. Au couchant, sur les hauteurs qui dominent les sources du Neckar, apparaît, plus orgueilleux que jamais et comme rajeuni, le château de *Hohenzollern*, qui, depuis plusieurs siècles, n'a pas fléchi un instant, toujours solide sur sa base, et toujours aussi menaçant avec ses tourelles et ses défenses. Le voici, dirai-je, dans son insolente majesté? On y arrive par une pente assez forte, et au-dessus de la porte d'entrée on y lit : « *Zollern*, *Nuremberg* et *Brandebourg* réunis ont bâti ce château en 1458. La forte main de la Prusse m'a élevé. Je m'appelle la porte de l'aigle! » Le Hohenzollern est une montagne conique de 873^{m}, d'où l'on a un magnifique point de vue, soit sur le Jura de Souabe, soit sur les Alpes suisses, que l'on découvre au sud-ouest, quand le ciel est clair. — (*Projections* qui montrent les ruines du château de Hapsbourg et le château de *Hohenzollern*, vu de deux faces).

Mais le temps s'écoule à rêver au pied de cette masse de sombre aspect, *indigesta moles,* dirait le poète latin. Nous avons mieux à faire; car déjà le train nous emporte dans la direction du Danube, sur lequel nous débouchons par une des vallées

les plus grandioses, sans contredit, que nous présente cette partie de l'Allemagne. Après deux heures de route à travers les roches dénudées et sauvages du Rauhe Alp, nous arrivons brusquement en vue d'Ulm; et le panorama qui se déroule à nos yeux, est des plus saisissants. — A gauche, s'étagent les hauteurs boisées et mollement arrondies du Jura de Franconie, qui forment un curieux contraste avec les sommets arides du Jura de Souabe, pendant qu'à leurs pieds roule le grand fleuve, dont les eaux, de couleur indécise, se confondent de loin avec les tons vaporeux qui voilent l'horizon. — A droite, se développe à perte de vue, et sans que l'œil puisse en apercevoir la fin, une vaste plaine uniforme, d'une mélancolie profonde, et qui nous fait songer à ces régions désolées de l'ancienne Germanie, que les génies des premiers âges, dit la légende, parcouraient sans relâche dans leurs courses échevelées. Il est 6^h du soir et nous sommes en octobre. L'effet de cette soirée d'automne s'ajoute à celui même du paysage; et nous ne saurions dire l'impression qui s'empare de nous, impression de vague tristesse, mêlée cependant d'un certain charme, et qui doit nous suivre jusqu'à la sortie de cette région : nous sommes en face du plateau de Bavière, dont le caractère tranche nettement sur celui des autres pays allemands.

Ulm doit nous arrêter un instant. C'est une des positions les plus fortes de l'Allemagne du Sud, au débouché des routes qui arrivent de toutes les directions. Dans le voisinage, se trouve un camp retranché qu'on a voulu rendre imprenable, et dont l'étendue nous frappe d'étonnement. Les souvenirs, du reste, s'y pressent aussi nombreux que les villages et les bourgs que l'on peut distinctement apercevoir, avec *Gunzbourg, Elchingen, Wertingen, Memmingen, Michelsberg, Sommershausen, Neresheim,* etc. — L'origine de cette ville est incertaine. Elle remonte probablement aux premiers princes carolingiens. La cathédrale, ou munster, est une des plus belles de l'Europe, et sa tour n'a pas moins de 112^m d'élévation. Une inscription y rappelle le véritable acte de folie qu'y commit l'Archiduc Maximilien, en 1492. Monté au sommet de cette tour, il escalada d'un bond le parapet; et là, se balançant sur une jambe, il fit avec l'autre des pirouettes en l'air. Une maligne légende prétend que c'était de dépit d'avoir perdu l'héritière de Bretagne, Anne, devenue, depuis peu, reine de France; et le futur empereur, ajoute-t-elle, prenait plaisir encore à narguer la fortune.

De la place forte d'Ulm, pour nous rendre à Munich, nous pouvons prendre deux routes. L'une est directe, et nous conduit, par Augsbourg, sur le cours moyen de l'Isar. — L'autre est la route des écoliers; c'est-à-dire qu'elle est beaucoup plus

agréable, pittoresque ou variée et pleine de charmes. Elle nous fait descendre le cours du Danube jusqu'à Ratisbonne, et de là, tournant brusquement au sud, nous amène au cœur même de la Bavière. Suivons-les l'une après l'autre, en commençant par la première : le contraste est frappant.

Dans les environs d'*Ulm* nous sommes à 554^{m} au-dessus du niveau de la mer; — à Augsbourg, nous serons à 514^{m}, et à *Munich,* à 553^{m}. — C'est vous dire que nous courons à travers un haut plateau d'une altitude moyenne de 530^{m}, supérieure à celle de la Suisse centrale, entre Genève, Berne, Zurich et Constance; et, en France, nous ne trouvons cette hauteur que dans la région des Alpes ou du Jura, et en pleine masse du plateau central. Exposée en outre à tous les vents, notamment à ceux qui soufflent de l'ouest et du sud-ouest, la Bavière ne peut jouir d'un climat très sain; et le sol, comme l'air qu'on y respire, « est ingrat, souffreteux ou maussade ». Je ne connais pas de parcours plus monotone, ni qui vous laisse des souvenirs « aussi plats », pour employer l'expression d'un humoristique voyageur. On traverse successivement des bruyères, des terrains vagues, quelques champs cultivés, des tourbières et de maigres pâturages, où sommeillent quelques troupeaux aussi maigres qu'eux; sans compter les flaques d'eau, les étangs ou les marécages, le tout se continuant ou alternant avec une monotonie désespérante. Vous pouvez vous figurer ce que peuvent être les villages ou les hameaux qui apparaissent de loin en loin. Ils ne contribuent guère à embellir le paysage. Misérables chaumières accroupies, et qui semblent vous regarder d'un air aussi piteux que les paysans rencontrés, par ci par là, sur les abords de la voie ferrée. Quant aux villes, elles sont rares. Elles ne se rencontrent qu'à de longs intervalles, sur les cours d'eaux importants, qui seuls peuvent expliquer leur existence. La route que nous suivons est celle que prit Gustave-Adolphe, quand il envahit la Bavière, en 1632. Nous comprenons l'impression que devait produire sur lui la vue de Munich, une belle et intéressante ville, du reste, mais placée au milieu de si pauvres campagnes. « C'était, disait-il, une selle d'or sur le dos d'un *cheval maigre.* » L'expression même ne me paraît pas assez énergique. Heureusement, pour distraire notre vue, nous avons à notre droite les hauteurs escarpées ou neigeuses des Alpes, qui marquent les frontières naturelles du plateau de Bavière et le séparent du Tyrol. Puis, pour rompre la fatigue d'un voyage qui, dans ces conditions, n'a rien qui récrée, nous pouvons nous arrêter à *Augsbourg,* la plus vieille ville de l'Allemagne, la capitale des Vindéliciens, bâtie par Auguste il y a 1895 ans, c'est-à-dire 13 avant Jésus-Christ.

Placée entre le Danube et le lac de Constance, au

point de jonction des routes d'invasion, venant de l'Est et du Nord, et menaçant à la fois la Gaule, l'Helvétie et l'Italie. Augsbourg a dû jouer de tout temps un grand rôle dans l'histoire du moyen âge. Plus d'une fois elle eut à soutenir les assauts de ces populations orientales dont le Danube a facilité la marche ; et ce fut sous ses murs que le roi Othon le Grand arrêta pour toujours les redoutables hordes hongroises, en 955. Mais l'Orient « y a laissé des traces de son passage », et nous pouvons en avoir la preuve. (Projection de la place Maximilien et des rues y aboutissant).

Voici la ruc Maximilien (*Maximilianstrasse*), qui certes parle à l'imagination du touriste : car nous y voyons réunis les modèles de cette architecture variée du moyen âge et du commencement des temps modernes, qu'aime toujours à rencontrer le voyageur. Mais remarquez, au bout de la place, et la dominant d'une hauteur de 80 à 90^{m}, cette tour originale, de *style bulbaire*, diraient les architectes, et qui nous reporte bien loin, à l'Est, sur les bords de la Mer-Noire et du Dniéper, en pleine Russie et en Asie Mineure. Rien ne m'a frappé, je l'avoue, comme la vue de ce monument d'un autre monde, avec lequel semblait déjà se dresser devant moi l'*Orient*, que j'allais chercher là-bas, à l'embouchure du Danube et dans la péninsule des Balkans. — Augsbourg a d'autres souvenirs qu'il faut signaler en passant. Ce sont ceux des grandes familles industrielles des Welser, des Fugger et autres, enrichies par le travail ou le commerce, et qui, à elles seules, frétaient des flottes ou équipaient des armées pour le compte de Charles-Quint, prêtant même à cet empereur quelques millions de florins, dont elles refusaient le remboursement. Vous pouvez voir, au coin de la place, la résidence des Fugger, devenue aujourd'hui l'hôtel des Trois-Maures.

Mais revenons à Ulm et descendons le Danube jusqu'à Ratisbonne. Aussi bien vous dois-je une compensation pour ce voyage monotone et à travers ce triste, cet aride plateau de Bavière. On se croirait transporté dans un tout autre milieu. Devant nous se développent des points de vue et des paysages aussi pittoresques et aussi variés que les plus beaux de la région rhénane. Les villes, les bourgs, les villages populeux s'y pressent, « comme les abeilles autour de la ruche », dit une ballade allemande; mais, toujours suivant la ballade, les *frelons* ont dû souvent troubler la sécurité de ces cités laborieuses, car les champs de bataille y sont nombreux aussi, avec *Hochstœdt, Blenheim, Lavingen, Rain, Schellenberg, Nordlingen, Abensberg, Tengen*,... ; je vous fais grâce des autres. Nous sommes sur une des grandes voies de communication de l'Europe; et cette voie nous conduit à ce point central, *Ratisbonne*, près duquel aboutit la grande route venue du Nord, et que trace la

Naab. Les principales étapes en sont *Donauwerth, Ingolstadt, Kehleim.*

A *Kehlerim* le paysage change. — (Projection des défilés du Danube, à cet endroit.) — Le fleuve coule entre deux hauteurs abruptes, complètement vides d'habitations ou de cultures forestières, et qui nous rappellent quelques-uns des plus sauvages rapides du Neckar ou du Rhin supérieur. Mais bientôt il s'élargit quelque peu, pour recevoir *l'Athmul;* et c'est là, sans contredit, le point le plus intéressant de l'Europe à signaler. A Kehleim en effet, a lieu la communication entre l'Orient et l'Occident, entre la Mer Noire et la Mer du Nord, par le Danube et le Rhin, l'Athmul et la Regnitz. Le *canal Louis* a été creusé sur les plans même qu'avait laissés Charlemagne, en pleine masse du Jura de Franconie; et aujourd'hui le grand chancelier de l'Allemagne veut en faire le centre d'un vaste système de canalisation et de voies ferrées, qui rayonneront dans tout l'empire. Il s'apprête à dépenser un milliard de marcs pour établir à l'intérieur un réseau de canaux qui devra lui assurer le transit de l'Orient pour l'Europe occidentale, en rattachant plus étroitement le Rhin au Danube, en reliant à la ligne de ces deux fleuves toutes les embouchures des principaux cours d'eau qui se jettent dans la Baltique et la mer du Nord, et en unissant les ports de ces deux mers avec Constantinople et Odessa. C'est une grande révolution économique qui se prépare en Europe, mais vous voyez au détriment de quelle puissance.

A peine avons-nous passé *Ratisbonne*, ou *Regensburg*, la ville aux vieux souvenirs, et qui, pendant longtemps, put disputer à Francfort le rang de capitale de l'empire allemand, que nous entrons « dans une des contrées bénies de l'Allemagne », appelée le *Paradis de la Bavière.* Nous avons vu tout à l'heure où en étaient les *Limbes,* — le mot est d'un poëte saxon. C'est aux environs de *Donaustau* que commence ce splendide panorama, dominé par une des créations les plus fantaisistes du vieux roi Louis I[er]. Je veux parler du *Walhalla*, ou *salle des Choisis*, érigé de 1830 à 1840 en l'honneur des grands hommes de la Germanie. — (Projection du Walhalla.) — Le point de vue est des plus grandioses. Quand, au sortir des hauteurs verdoyantes du district de Ratisbonne, on arrive en face de ce temple dorique en marbre blanc, construit au-dessus d'un triple rang de terrasses, le spectacle est des plus saisissants. On se croirait, avec un peu d'imagination, transporté en Grèce. Le Panthéon germanique, bâti sur le modèle du Parthénon athénien, n'a pas moins de 90^{m} de long sur 30 à 32 de large et 20 de haut. On y arrive par 250 gradins de marbre blanc, et on croirait monter à un Capitole, nouveau genre, qui certes n'a rien à envier, ni comme situation ni comme aspect, à celui de la vieille Rome. Mais quand on pénètre dans l'intérieur du

sanctuaire, la désillusion est complète : tout s'y trouve, tout s'y mêle, les *Walkyries,* les *bustes* des grands hommes en Hermès, de simples inscriptions, et d'autres choses encore. On redescend bien vite, en se demandant quelle part les déesses scandinaves ont bien pu prendre à la délivrance ou à la grandeur de la patrie allemande ! Ce n'est pas là, du reste, le seul problème qu'un touriste, naturellement chercheur, trouve à se poser, sans parvenir à le résoudre, dans un voyage à travers l'Europe centrale.

Le Walhalla, du moins, nous donne un avant-goût de cette ville intéressante, et curieuse entre toutes, dans laquelle nous allons pénétrer. C'est *Munich.* — *München,* la cité des moines, nous disent les chartes du moyen âge, l'*Athènes du Nord,* nous crient les professeurs, les docteurs en philosophie, les étudiants et les artistes bavarois. — Et pour ne pas mentir à sa réputation, vieille de quarante ans à peine, — *mais aux villes bien nées.....,* vous pouvez achever le vers — Munich nous offre, au sortir même de la gare, tout un quartier construit dans le goût le plus pur. Piège ingénieux tendu au voyageur, qui doit, en descendant du chemin de fer, et avant même d'avoir pu se reposer quelques instants à l'hôtel, parcourir, admirer et louer ces monuments, « qu'aucune autre ville de l'Europe ne possède », nous insinue malicieusement le conducteur. Vous devez connaître de réputation, ou pour les avoir vus, l'*Odéon,* l'*Antiquarium,* les *Propylées,* la *Pinacothèque,* la nouvelle *Pinacothèque,* la *Glyptothèque,* noms assez difficiles à prononcer, mais bien classiques, il faut l'avouer. J'allais oublier les deux plus originaux, ou qui m'ont le plus frappé : le *Siegesthor,* ou la porte de la victoire, et la *Ruhmeshalle,* ou salle de la gloire.

Le *Siegesthor* est tout simplement ce que nous appelons un arc de triomphe ; il est vrai qu'il est dominé par une *Bavaria,* ou statue de la Bavière, aux formes puissantes. Mais on se demande, en face de ce monument gréco-romain, quelles victoires il doit rappeler. On cherche dans ses souvenirs : on remonte jusqu'au moyen âge et on arrive jusqu'à notre époque, sans trouver ou, du moins, je n'ai rien pu trouver. — Mais peut-être les Bavarois n'ont-ils voulu que conserver le souvenir des victoires que les Français ont pendant plusieurs siècles, je crois, remportées pour eux. C'est là sans doute la vérité. — Quant à la *Ruhmeshalle,* n'en médisons pas : c'est bien là le monument qui tient le plus au cœur du patriote munichois. Il consiste en un portique composé de 96 colonnes, hautes de 7 à 8^{m}, avec 92 bustes, ou statues, représentant les illustrations de la Bavière. Au-dessus du monument s'élève la *Bavaria,* haute de 20^{m} et pesant 1560 quintaux. Elle élève de la main gauche une couronne, qu'elle offre au mérite, et à côté d'elle est accroupi

un lion, symbole de la force. On monte à l'intérieur par un escalier tournant qui conduit jusque dans la tête, où huit à dix personnes peuvent tenir à l'aise, assises sur des bancs en bronze. On y lit cette inscription : « Le *colosse*, érigé par Louis Ier, a été fondu en bronze et ajusté de 1841 à 1850. » *Colosse* est bien le mot qui peint le mieux le caractère du monument. Je vous ai donné la hauteur de cette statue : j'aurais été curieux de connaître exactement la largeur. Du reste, vous pouvez juger vous-mêmes de l'effet produit. (Projections du *Propylées*, du *Siegesthor*, de la *Ruhmeshalle* et de la *Bavaria*.)

J'avais la chance heureuse de faire cette première partie de mon voyage avec un gai compagnon, d'humeur sarcastique et primesautière, homme de goût du reste et d'esprit cultivé. Ses jugements, à l'emporte-pièce, effarouchèrent plus d'une fois les quelques rares savants qui lièrent connaissance avec nous, et qui voulaient à toute force nous faire partager leur enthousiasme pour ce qu'ils appelaient « les beautés athéniennes de leur ville ». — Voyez-vous, repartit un jour mon compagnon à quelqu'un d'entre eux : pour être complètement *grec*, il vous manquera toujours une chose, et vous en aurez toujours une en trop. — Eh ! qu'est-ce qui nous manque ? — Le Soleil d'Orient, le ciel complètement bleu, l'air léger de l'Attique, en un mot tout ce qui fait le véritable artiste. Vous rappelez-vous le beau chœur d'Euripide, où le poète..... — Oui, oui, mais je le relirai. Et qu'avons-nous en trop ? — La *choucroûte*, cher monsieur ! — La choucroûte ? mais j'en ai mangé à Athènes, moi, et certes elle ne valait pas la nôtre. — Eh bien ! c'est une supériorité incontestable que vous avez là, et, croyez-moi, veuillez vous en contenter. » Notre savant disparut.

Du reste, nous nous trouvions un dimanche sur la *Theresienwiese* (ou prairie de Thérèse) qui s'étend au bas du Ruhmeshalle et où tous les ans, à pareille époque, ont lieu les fêtes d'octobre. La foule emplissait la prairie, circulant avec force cris de joie, entre les guinguettes ou brasseries en plein vent; chacun, et même chacune, portait dans une main une chope de bière énorme, et dans l'autre un saucisson, non moins énorme. Nous avions là, bien vivant et bien sincère, un peuple heureux de vivre, digne du pinceau des Téniers. Mais quel contraste entre cette scène pantagruéligue et le monument grec, dont les lignes architecturales se profilaient, à quelque distance, sur le bleu pâle du ciel ! — « Vous figurez-vous, disais-je à mon compagnon, cette kermesse allemande en face du Ruhmeshalle, dont, à tout prendre, il faut bien reconnaître le charme et le haut style ! D'où peut être venue à Louis Ier et à ses sujets cette manie d'imitation antique, qui enlève à Munich, comme à ses habitants, toute leur origina-

lité ? — Reportez-vous, me répondit-il, à l'année 1832, alors que les grandes puissances donnèrent pour roi à la Grèce émancipée le jeune prince Othon. Les Bavarois le suivirent en foule, prenant pour eux les honneurs, les charges, les places et le reste. Ce fut une véritable invasion. Athènes, envahie par la Bavière, voulut l'envahir à son tour, mais sous forme de moellons, de quartiers de marbre ou de pierre, qui vinrent se placer d'eux-mêmes, s'agencer et former les beaux monuments que nous avons vus. Voilà comment nous avons l'*Athènes du Nord*. Eh! mon Dieu, ne soyons pas trop sévères, car elle mérite bien son nom, jusqu'à un certain point. Si nous n'y retrouvons pas, il est vrai, l'harmonie, la grâce ou le charme tout puissant de la véritable beauté grecque, il y a cependant quelque chose de tout cela, mais alourdi ou épaissi par ce *je ne sais quoi* qui flotte un peu partout dans l'air de la patrie allemande. Tenez, voyez la *Bavaria*, avec ses formes opulentes, qu'en dirait Phidias? Mais rappelez-moi ce *colosse*, quand nous quitterons Munich, et que le train aura fait le tour de la ville : vous verrez un curieux effet du soleil couchant. »

Nous partions le lendemain soir, et je n'oubliai pas la recommandation. A un moment donné, mon compagnon appela mon attention sur le Ruhmeshalle, que l'on apercevait encore dans le lointain. « Regardez bien, me dit-il; que voyez-vous? » — Je regardai, et je vis une forte femme qui levait le bras gauche, et paraissait tenir à la main une de ces énormes chopes, que j'avais vues circuler dans la Theresienwiese. Ce fut la dernière, et, vous l'avouerai-je, la meilleure impression que j'emportai de la bonne ville de Munich. La bière y est excellente et qui n'a pas vu une brasserie du *Carolinenplatz* ou de la *Ludwigstrasse* n'a rien vu. En revenant de la prairie de Thérèse, nous entrâmes dans l'une d'elles, mon ami et moi. Pour quelques pfennings on nous servit à chacun une *mass*, c'est-à-dire une chope contenant bien un litre. J'y buvais pendant un quart d'heure, et il y en avait presque toujours autant. De guerre lasse je dus quitter mon banc. Quelques chiffres de statistique doivent trouver ici leur place. Munich a 190000 habitants; elle produit annuellement 1250000 hectolitres de bière, soit par habitant, grand ou petit et des deux sexes, plus de 6 hectolitres. Où passent-ils? Vienne a près de 1200000 habitants. Elle ne produit annuellement que 1200000 hectolitres de bière. Je vous assure qu'on y boit cependant et beaucoup, mais on y boit mieux.

Néanmoins, c'est le Munich allemand, buvant, mangeant et chantant, qui m'intéressa, et bien plus que le Munich pseudo-grec, dont tous les *Bedaecker*, et les *Joanne* sont pleins. Combien à ces monuments attiques je préférai ceux qui me rappelaient le moyen âge ou le passé, si plein de souvenirs,

quoique Munich soit d'origine assez récente, car elle ne remonte guère qu'au XIIe siècle, et au règne du duc Henri le Lion. Je vous citerai la vieille maison du *Marienplatz*, où habita Gustave-Adolphe; l'*Altehof*, ou ancienne cour, l'*Isarthor*, surtout, qui rappelle l'Empereur Louis de Bavière. (Projection de l'Isarthor). Ces fresques, que vous apercevez sur la façade principale, d'après les dessins de Cornélius, ces peintures primitives, au-dessus des portes latérales, et cette architecture d'un autre âge parlent davantage à l'imagination. Je ne puis oublier non plus le *Musée* national, unique en Europe, et où se trouvent réunies toutes les antiquités, dispersées autrefois dans les palais et les châteaux du territoire bavarois. C'est une vaste collection rangée par ordre chronologique, et qui fait passer devant nos yeux tout ce qui peut rappeler l'origine et la puissance, la vie intime ou publique, les traditions et les coutumes, en un mot le génie même de la Bavière. Dès huit heures du matin, il s'ouvre aux visiteurs qui affluent de la ville et des campagnes voisines; et chacun se fait ainsi à lui-même un véritable cours d'histoire et de patriotisme, qui a bien quelque intérêt. Ce sont là deux choses qui nous manquent à nous : un grand palais national qui, dans l'espace de quelques centaines de mètres carrés, résume la Patrie, — et cette facilité de visiter, dès la première heure et jusqu'au soir, tout ce qui peut réveiller et fortifier en nous le sentiment et le culte du Pays.

Nous quittons le plateau de Bavière pour entrer dans l'Empire austro-hongrois. Deux routes peuvent nous ramener au Danube; la première passe par *Salzbourg* et va rejoindre *Lintz*; la seconde arrive presque directement à *Passau*, au confluent de l'Inn et du grand fleuve. Toutes deux nous permettent de visiter les sites les plus variés et les plus pittoresques, qui font un contraste frappant avec les plaines uniformes et maigres de la Bavière. Avec elles, du reste, nous pénétrons en pleines masses alpestres, qui constituent l'*Autriche* proprement dite; et c'est bien là surtout que la configuration du sol peut nous aider à comprendre la plupart des grands événements qui s'y sont accomplis. La *géographie* vient éclairer l'*histoire*; elle seule peut nous donner la clef de bien des problèmes qui se sont dressés en face de nous, alors que nous avions à étudier l'origine et le progrès de la monarchie autrichienne. — (*Projection* du cours du Danube, entre Passau et Basiarch, de la masse alpestre et de la plaine de Hongrie.)

Après avoir creusé son cours dans la partie septentrionale du plateau bavarois, le Danube s'engage, entre Passau et Lintz, dans des gorges étroites que forment les derniers contre-forts des Alpes de Salzbourg, à droite, et du Bœhmerwald à gauche. Au sortir de ces premiers défilés, il s'étale dans un premier

bassin dont le *Marchefeld* au nord et la campagne de la *Leytha* au midi constituent les parties les plus riches. Mais plus à l'est, aux environs de *Presbourg* d'abord, puis de *Gran* et de *Waitzen*, il se resserre de nouveau entre des hauteurs de 400^m et 600^m, et ce n'est qu'au sortir de ces passages difficiles qu'il arrive dans la plaine de la Hongrie. La Hongrie se termine elle-même au point où le fleuve, pour la troisième et dernière fois, se fraey un chemin des plus pittoresques, et aussi des plus sauvages, entre les Carpathes et les Balkans, pour arriver dans la région plane de la Roumanie.

La seule route naturelle (déjà j'ai essayé de vous le démontrer), qui, venue de l'Orient, pénètre au cœur même de l'Allemagne, par la Bavière, est donc celle que trace le cours du Danube. Nous voyons de suite quelle importance exceptionnelle a la Marchfeld ou la plaine de la Leytha, qui commande l'entrée du territoire de l'ancien empire allemand. Dès l'antiquité même, les Romains avaient apprécié cette situation géographique, car ils établirent un poste militaire de premier ordre au débouché de ce passage : ce fut *Vindebona*, plus tard la ville de Vienne (Wien). Le chemin se trouvait aussi barré aux Barbares. — Au moyen âge, quand les invasions recommencèrent, plus redoutables et plus funestes qu'autrefois, les rois de Germanie songèrent, eux aussi, à fortifier et à défendre cette porte : ils y créèrent une *marche*, dite la *Marche orientale*, qui devait arrêter les progrès de l'ennemi. *Marchia Austrasia*, disent les chartes, d'où l'on fit *Austria* ou *Autriche*. Ce fut Othon le Grand qui, le premier, pourvut ainsi à la sécurité de l'empire. Après lui, la Marche orientale, érigée bientôt en duché, puis en archiduché, ne tarda pas à s'étendre au midi sur les pentes orientales des Alpes et le cours supérieur de la Muhr, de la Drave et de la Save, jusqu'au littoral de l'Adriatique; en même temps que du côté du nord elle remontait le cours de la March pour préserver les défilés de la Moravie, de la Silésie et de la Bohême et faire même de cette dernière la citadelle avancée de ses territoires étendus.

Si les Hongrois, vaincus aux grandes batailles de Mersebourg et d'Augsbourg (933 et 955) avaient dû se retirer et s'établir dans la plaine du Danube et de la Theiss, ils n'en restaient pas moins menaçants. Arrêtés dans leurs excursions vagabondes, par *Vindebona* et la *Marche orientale*, qui leur barraient la route de l'empire d'Allemagne, du côté du nord-ouest ils remontaient hardiment le cours de ces longs affluents qui, des Alpes, viennent grossir le cours du Danube : la Raab, la Muhr, la Drave et la Save, déjà citées, étaient comme autant de chemins naturels qui les guidaient au cœur des Alpes, d'où ils pouvaient se répandre, soit en Italie, soit en Helvétie, ou même en Bavière. Les archiducs d'Autriche se trouvaient donc

amenés à prendre successivement possession du cours supérieur de chacune de ces rivières, à fortifier leurs étroites vallées, à élever des colonies ou des châteaux dans tous les passages et sur toutes les hauteurs. Nous nous expliquons par là l'origine de ces provinces, qui, dans la suite, vinrent s'ajouter à la Marche orientale et qui s'appelèrent la *Styrie*, la *Carinthie*, la *Carniole*, le *Frioul*, etc. — Nous pouvons faire les mêmes remarques en ce qui concerne, du côté du nord, le cours supérieur de la March, de l'Oder et de l'Elbe. Par là débouchaient d'autres bandes, non moins nombreuses ni moins redoutables, et confondues sous la dénomination générale de Slaves : *Tchèques*, *Moraves* ou *Slovaques*, *Ruthènes* et *Leckes*. Il y avait donc, là aussi, des garanties à prendre, pour arrêter ces courses désordonnées qui troublaient sans cesse la sécurité du Danube. Maîtresse déjà des défilés alpestres, l'Autriche fut amenée à s'étendre jusqu'au pied des *Sudètes*, des *Carpathes* et des *Monts de Lusace*, pour fermer d'autres défilés, par lesquels on arrivait des fleuves de la basse Allemagne, de la Saxe et de la Silésie.

Aussi, des deux côtés du grand fleuve, les archiducs ont toujours dû, soit se tenir sur la défensive, soit prendre une attitude offensive, et livrer parfois de nombreuses batailles, développant leurs ailes au nord et au midi dans la direction des plaines de la Baltique et de la mer Adriatique. Mais remarquez-le, le centre de leur position, qui commandait tous les passages et tous les débouchés, était *Vienne*. De Vienne rayonnaient tous les efforts pour arrêter l'ennemi; mais à Vienne aussi aboutissaient les invasions parties de points si opposés. Tous les peuples semblaient s'y donner rendez-vous, les uns pour repousser l'attaque, les autres pour la faire triompher.

Un grand nombre de leurs représentants s'y arrêtaient et y prenaient séjour, vivant côte à côte, puis se mêlant et se fondant ensemble. Allemands, Noriques, Styriens, Slaves, Hongrois, Roumains et Italiens, pour ne prendre que les principaux d'entre eux, ont donc formé le fond de la population viennoise. Mais aujourd'hui toutes les différences qui les distinguaient ont si bien disparu, l'union a été si intime et la fusion si complète, que nous nous trouvons en face d'une race à part, à laquelle Vienne emprunte son caractère et son originalité. Elle lui doit aussi d'irrésistibles attraits et des charmes que les touristes subissent aussitôt après leur arrivée. J'ai hâte de vous y conduire, pour y séjourner de nouveau quelque temps avec vous et vous faire apprécier, comme ils le méritent, la ville et ses sympathiques habitants.

Rendons-nous-y soit par *Salzbourg*, soit par *Passau*. Voici Salzbourg, le château ou la ville des salines, l'ancienne capitale

de la Norique, et dont l'origine se perd dans la nuit des temps. (Projection de la ville de Salzbourg.) Aucune ville de cette région ne pourra vous donner une idée tout à la fois plus gracieuse et plus grandiose du beau pays que nous avons maintenant à traverser : « C'est l'unique merveille du monde après Naples, dit un Anglais enthousiaste, et qui n'a pas vu Salzbourg n'a rien vu. » Sa situation, au débouché des Hautes-Alpes de l'Inthal, en face de ces plaines étendues qui se confondent au loin avec l'horizon, ses sites merveilleux où la nature semble avoir voulu prodiguer tout ce qu'elle a de charme et de beauté, en ont fait un « lieu enchanteur, qui donna naissance, du reste, à Mozart, cet enchanteur de la musique ». Rien n'est pittoresque comme le parcours qui nous conduit des bords de la Salza à ceux du Danube, à travers un massif semé de lacs, de villas, de cimes élevées ou de vallées ombreuses, au sein desquelles s'abritent quelques-unes des villes d'eaux les plus recherchées de la haute Autriche.

Si nous partons de *Passau*, le paysage change, mais il n'offre pas des points de vue moins dignes d'attention. Il a même l'avantage de parler à notre imagination autant qu'à nos yeux, en faisant passer devant nous des ruines, des tours ou des restes encore formidables de vieux châteaux, que hantent les légendes. Nous voici dans l'étroit défilé du *Srtudel* (le Tourbillon), où le Danube n'a que 10^m de large sur une longueur de 160^m environ. Sa pente, extrêmement rapide, est de 1^m. Sur la rive gauche nous apercevons les ruines de *Werfrenstem,* dont les seigneurs exerçaient la profession de voleurs de grands chemins. Involontairement, nous nous reportons au Rhin, et au souvenir de ces fameux Burgraves que le génie de Victor Hugo a immortalisés. Certes, les brigands du Danube n'avaient rien à leur envier; et précisément nous passons devant *Aggstein,* placé sur un rocher conique et dont le nom rappelle *Streckenwald,* un des bandits les plus populaires du moyen âge. Jugez-en. Il avait l'habitude de dépouiller les bateliers et les voyageurs, quels qu'ils fussent, qui s'aventuraient dans le voisinage; puis il précipitait ses prisonniers par une trappe de fer dans un gouffre profond qu'il appelait *Rosengærthein* (son petit jardin de roses). Un peu plus loin, nous attend un site non moins émouvant ou curieux, si nous en croyons la légende. Ce serait en effet dans le château de *Durrenstein* que Léopold d'Autriche aurait enfermé et tenu quinze mois prisonnier Richard Cœur-de-Lion, revenant de terre sainte. On y montre encore une salle basse, creusée dans le rocher, et qui aurait servi de prison au roi d'Angleterre. (Projection des différentes vues énumérées plus haut). (*A suivre.*)

Le Gérant, E. Cottin.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

30 AVRIL 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 109.

Le Danube et les Balkans. Conférence de M. **J.-B. Paquier**.

Suite (1).

Mais nous voici à *Vienne,* la capitale de la monarchie autrichienne, une des plus belles villes, j'allais dire la plus belle, de l'Europe, avec ses 1 200 000 habitants (elle n'en avait que 260 000 en 1800), ses 1200 rues, ses 60 places, ses 60 églises ou cathédrales, ses 12 théâtres, ses 150 palais, ses squares et ses jardins publics qui ne se comptent plus, et son *Ringstrasse,* planté d'une double rangée de platanes sur chacune des chaussées, « la *huitième merveille du monde* », disent les Munichois jaloux, avec une nuance de grosse ironie. Dans Vienne il y a pour ainsi dire deux villes, la *ville ancienne,* aux rues tortueuses mais propres, sans trottoirs souvent; et la *ville nouvelle,* d'architecture monumentale, séparée de la première par un boulevard d'une magnificence incomparable, que l'empereur François-Joseph fit construire sur les anciens remparts de la cité intérieure.

Vienne n'a pour ainsi dire pas d'histoire, quoiqu'elle remonte cependant à une assez haute antiquité; et quand nous aurons parlé des sièges qu'elle soutint contre le comte de Thurn, ou les Turcs ottomans, et du double séjour qu'y fit Napoléon en 1805 et 1809, on aura cité les faits les plus saillants qui la concernent. Mais, en revanche, que de monuments de tout genre à visiter ! et, surtout, quelles impressions agréables et pleines de charme on éprouve à vivre quelque temps au milieu de cette population sympathique, et prévenante pour tout ce qui lui parle de la France ! Mais procédons par ordre. M. Molteni va d'abord faire passer sous vos yeux les vues qui m'ont le plus frappé et auxquelles se rattache quelque souvenir.

---

(1) Voir *Bulletin* n° 108.

Voici le *Belvédère*, un petit Versailles, de proportions restreintes mais bien harmonieuses, enfermé dans les murs de la grande ville, et construit pour le prince *Eugène de Savoie*. Vienne se montre pleine d'amour pour ceux qui servent et honorent le pays. Mais il est deux noms que nous voyons reparaître à chaque instant et qui dominent tous les autres : ce sont ceux des deux grands hommes qui ont le plus fait pour la défense ou l'honneur de la monarchie, *Eugène de Savoie* et l'*archiduc Charles*. Le digne adversaire de Bonaparte et de Napoléon Ier a un surnom que nous ne connaissons pas en France, mais par lequel on le désigne toujours en Autriche, à Vienne surtout, c'est le *héros d'Aspern;* car il eut la gloire de faire échouer à Essling, et en avant d'Aspern, les premières tentatives de l'empereur pour franchir le Danube, en 1809. Ce sont bien là, du reste, deux des plus nobles figures historiques dont puisse s'enorgueillir une nation, et qui, par la dignité de leur vie comme par l'éclat des services rendus, méritent l'admiration et l'affection respectueuse dont un peuple tout entier les entoure.

Vient la *cathédrale de Saint-Étienne,* un des plus beaux édifices gothiques de l'Allemagne, construit de 1114 à 1247, et rebâti de 1329 à 1364, avec ses toits couverts en tuiles émaillées, d'un effet si original, « mais si peu artistique », disent toujours les Bavarois. La tour a 132m ; c'est la plus belle tour gothique de l'Europe, vous pouvez en juger vous-mêmes, supérieure à celle de Strasbourg, par sa légèreté, le fini du travail et sa dentelure de pierre. La plus grosse de ses cloches pèse 18000kg; elle a été fondue en 1811 avec cent quatre-vingts canons pris sur l'ennemi. La crypte ne contient pas moins de trente caveaux, dont un est réservé pour les membres de la famille impériale, morts du XIVe au XVIIIe siècles. Aujourd'hui, quand meurt un prince ou une princesse du sang, on enterre ses entrailles à *Saint-Étienne,* son cœur dans l'*église Saint-Augustin*, et son corps sous la voûte de l'*église des Capucins*. C'est dans l'église des Capucins que nous pouvons voir les tombeaux de Marie-Thérèse, du duc de Reichstadt et du héros d'Aspern.

Quant à l'église des Capucins, elle contient ce que l'on peut regarder comme le chef-d'œuvre de la statuaire moderne, je veux dire le tombeau de l'archiduchesse Marie-Christine, troisième fille de l'impératrice Marie-Thérèse, morte en 1798. Le tombeau a été sculpté par Canova. Aucun monument funèbre n'arrive, je crois, à produire à un si haut degré cette émotion profonde et indéfinissable, que l'âme éprouve en présence de ce marbre, d'aspect si simple et si sévère, mais qui respire dans chacune de ses figures la douleur et la résignation la plus vraie, comme la foi la plus vive. Voyez la *Bonté*, le *Génie*,

la *Vertu* surtout, portant les cendres de l'archiduchesse ; étudiez la physionomie de ce lion qui garde l'entrée du tombeau, et, tranchant sur le blanc vif de ce marbre de Carrare, sondez les noires profondeurs de cette porte du caveau qui semble s'ouvrir sur l'infini ! On prétend que Canova est déjà un sculpteur de la décadence; mais la décadence, qui sait produire de telles œuvres, n'a rien à envier, peut-on croire, aux plus grands siècles de l'art moderne.

Nous passerons rapidement en revue *l'Opéra,* pour en faire la comparaison avec le nôtre; la façade du palais impérial ou *Hofburg,* à laquelle on doit préférer celle des *écuries impériales,* qui a véritablement plus grand air; les quatre cents chevaux qui y sont enfermés doivent y être traités en princes; le *Volksgarten*, ou Jardin du peuple, un des plus beaux qui existent; le *Graben,* la plus célèbre rue de Vienne, avant la construction du Ringstrasse; un coin du *Ringstrasse,* qui peut vous donner une idée de l'ensemble du boulevard; enfin l'*Arsenal* qui, de loin, produit un certain effet, avec son style moitié normand, moitié mauresque, et ses murs crénelés, qui le font ressembler à une vaste citadelle. L'arsenal, qui mesure 680^{m} de long sur près de 500^{m} de large, est à lui seul une petite ville, où vous trouvez une fonderie de canons, une manufacture d'armes, un atelier pour l'équipement d'une armée entière, des casernes pour trois mille soldats, des logements pour un personnel de sept à huit mille ouvriers et employés avec leurs familles, et un *musée d'armes.* Ce musée renferme quelques-unes des reliques les plus précieuses qui peuvent intéresser l'historien et le touriste. L'armure de J. Sobieski, le sauveur de Vienne; l'armure de Rodolphe Ier, le chef de la dynastie de Hapsbourg-Autriche; le drapeau de Kosciusko qui figura à la bataille de Macejowice, une touffe de cheveux du prince Eugène de Savoie; et surtout le pourpoint en buffle de Gustave-Adolphe, troué à l'épaule, ce qui paraît mettre hors de doute l'assassinat du héros suédois, à la bataille de Lutzen.

Puisque nous en sommes aux monuments, nous pouvons en profiter pour visiter *Schœnbrunn,* avec ses jardins et ses bassins. Le château, par lui-même, n'a rien de remarquable : c'est un vaste bâtiment à façade blanche avec des volets verts, mais sans style ni caractère. Son origine est la même que celle du château de Versailles; simple maison de chasse à la fin du XVIe siècle, sous Maximilien II, Schœnbrunn fut agrandi par Léopold Ier, et converti en palais par Marie-Thérèse, qui en fit sa résidence favorite, et y éleva la *gloriette.* On y cite cependant comme curiosité, non pas à voir mais à compter, ses 1441 chambres, ses 139 cuisines et sa grande salle où peuvent tenir 1500 personnes. C'est dans une chambre du coin (vous pouvez l'apercevoir à gauche), que Napoléon signa le traité de

Vienne, en 1809, et que mourut le duc de Reichstadt en 1832. Quant au parc, aux jardins et aux dépendances de la résidence impériale, ils sont de toute beauté. Du reste, ils ont leur bonne part des charmes naturels que présentent les environs de Vienne. Le Kalenberg, le Leopoldsberg et les derniers contreforts du Wiener-Wal font de ce site un des plus ravissants dont puisse s'enorgueillir une capitale.

Mais rentrons dans la ville, pour en parcourir une fois encore les places et les principales rues, où se presse une population presque aussi nombreuse et aussi affairée qu'à Paris. On reste toujours frappé de ces physionomies originales, mais toutes attrayantes et gracieuses, que l'on rencontre à chaque pas; auxquelles on se trouve naturellement porté à sourire, si grande est la sympathie qu'elles inspirent. Elles ne rappellent en rien celles que l'on a vues ailleurs; on ne les retrouvera plus en Hongrie, ni du côté des Carpathes. C'est bien là un type à part qui vous séduit et vous charme, et dont j'essayais, il y a quelques instants, de vous expliquer l'origine.

Nous quittons Vienne, pour nous engager dans la *Marchfeld*, et continuer notre route du côté de l'Orient. Mais, avant de pénétrer en Hongrie, je voudrais, poussant une pointe du côté du Nord, vous conduire un instant jusqu'à Prague, au cœur même du plateau de Bohême. Cette excursion est le complément nécessaire d'un voyage d'étude à Vienne et sur les bords du Danube : elle est intéressante à plusieurs points de vue, car elle nous met en présence d'une race à part, qui a sa vitalité propre et qui voudrait bien reprendre son ancienne indépendance. Du reste, dans toute l'étendue de la monarchie austro-hongroise, je ne connais pas de ville qui forme avec la capitale un contraste plus saisissant que Prague.

La route que nous avons à suivre est, elle-même, des plus curieuses et des plus variées. Avec elle nous remontons le cours de la *March* et de l'*Iglawa*, pour arriver d'abord sur les terrasses de Moravie. Nous touchons à Brunn; nous passons au pied du Spielberg, qui nous rappelle le souvenir de Silvio Pellico et d'Andryane; au delà des hauteurs voisines nous pouvons apercevoir, avec les yeux de l'imagination, qui portent plus loin que les autres, le plateau de Pratzen et les campagnes d'Austerlitz. Inutile de nous y arrêter, n'est-ce pas ? les temps sont si changés ! Mais nous voici sur le plateau de Bohême, à 500^{m} ou 600^{m} d'altitude; et sur ce vaste échiquier, où toutes les armées de l'Europe se sont mesurées, chaque pas réveille un souvenir, presque toujours sanglant : *Thabor, Chotuzits* ou *Czaslau, Nen-Kollin, Prague,* la *Montagne-Blanche,* etc; et je ne prends que les noms relevés sur notre itinéraire, sans oublier *Sadowa*, qu'un habitant du pays nous montre, sans grande émotion, car c'est un *Tchèque,* sur notre droite, entre

deux roches escarpées, témoins impassibles d'un des plus grands événements de l'histoire du XIXᵉ siècle.

Nous entrons à *Prague*. Depuis longtemps déjà nous avons perdu de vue l'Autriche et ce qui pourrait nous la rappeler. Tout a changé : la nature du pays, le type des habitants, la langue et les mœurs. Nous sommes bien transportés au milieu d'un autre peuple, dans un autre monde même. Une vie nouvelle circule autour de nous, bruyante, agitée et tapageuse, à laquelle nous n'étions plus faits. Serait-ce l'émancipation qui commence ? On le croirait, à voir cette exubérance qui déborde de toutes parts et qui me remet en mémoire ce que j'avais vu déjà en Italie. « Où sommes-nous donc ? me disait un touriste étranger, avec lequel j'avais fait le voyage de Bohême. On se croirait au spectacle ! » Le mot me parut heureux. Mais était-ce un *drame* ou une *comédie* qui se jouait ? Là était la question, et nous n'en connaîtrons que plus tard l'épilogue.

Tout serait à visiter, à Prague; car aucune ville d'Europe, sauf peut-être Vérone, n'a mieux conservé sa physionomie moyen âge. Mais il faut se borner aux quelques vues que M. Molteni va faire passer sous vos yeux.[2] (Projections du *Hyradschin;* du *Karlsbrücke* et du *Cimetière des Juifs*.

De *Prague* et de la *Moldau* à *Presbourg* et au *Danube,* nous n'avons qu'à revenir sur nos pas, pour reprendre notre route du côté de l'Orient. Jusqu'à Buda-Pesth, nous nous trouvons pour ainsi dire sur une terre indécise, moitié plaine, moitié montagne, qui n'est plus l'Autriche propre, mais qui n'est pas encore la Hongrie, et sur laquelle les deux éléments madgyar et hongrois se trouvent encore en présence, nous pourrions ajouter aux prises, sans s'être jamais confondus. Aussi le paysage ne manque-t-il ni de charme, ni d'imprévu. A la grande et large vallée, qui semble vouloir se développer et s'étendre au loin, pour laisser la pensée du voyageur errer à l'aise et courir au-devant de la *Putzza,* succèdent brusquement des contreforts abrupts et des masses élevées. Ce sont les dernières ramifications qui, venues du Nord, sous le nom de *Petits Carpathes,* ou de *Matra,* et du Sud, sous celui de *Bakony-wald,* enserrent de nouveau le fleuve sur un espace de 60^{km} à 80^{km}, et forment quelques-uns des points de vue les plus pittoresques de cette région. Voici d'abord *Presbourg,* fièrement campé sur les bords du grand fleuve, et qui nous rappelle l'émouvant épisode de la jeunesse de Marie-Thérèse. Puis la ville de *Gran,* résidence de saint Étienne, premier roi de Hongrie, siège primatial du royaume, et dont la belle cathédrale, de style italien, couronne le haut d'un rocher. *Visegrad,* dans une situation ravissante, demeure de prédilection de Mathias Corvin. *Gross Moros* avec ses collines couvertes de vignobles. *Buda-Pesth,* enfin, la grande cité madgyare, qui semble se

réveiller d'un long sommeil, et qui, devenue capitale d'un État à peu près autonome, s'exerce à jouer le rôle de grande cité européenne. (Projections qui font passer sous les yeux de l'assistance toutes les localités précédemment nommées, et le panorama de *Buda* ou *Ofen.*)

Nous ne ferons, si vous le voulez bien, que traverser Buda-Pesth. Bien que remontant à une assez haute antiquité, car les Romains y jetèrent les premiers fondements d'une place forte et d'une station thermale, nommée *Transaquinum*, cette populeuse cité de 250000 habitants n'a pour ainsi dire aucun monument remarquable, qui nous parle du passé. *Pesth*, ou la ville basse, sur la rive gauche du Danube, a de larges rues, de splendides magasins, de luxueux hôtels et de beaux édifices, mais qui, tout en plaisant à l'œil, ne disent rien à l'imagination. Un seul de ces monuments vous intéressera peut-être; c'est la *nouvelle synagogue*, construite dans le style oriental, mais de création récente, et à laquelle il manque le cachet du temps, soit quatre ou cinq siècles d'existence. (Projection de la nouvelle synagogue.) Quant à *Ofen* ou *Bude*, dont tout à l'heure vous avez vu le panorama, elle présente sans contredit un plus grand intérêt historique, notamment avec sa *forteresse* et son *château royal*. Mais les souvenirs qu'elle nous rappelle ne remontent guère au delà du XVIIe siècle; et cette teinte uniforme et jaunâtre, qui semble être la couleur favorite des architectes du pays, adoptée pour les édifices publics et privés, n'a rien d'artistique ni de séduisant.

Et cependant, c'est bien à Buda-Pesth que le voyageur commence à trouver un charme nouveau à ce voyage entrepris à travers la plaine du Danube. Si, quittant les larges avenues, les squares et les rues trop bien percées des quartiers neufs, il s'aventure au hasard dans les faubourgs de la ville, pour se mêler un instant à la population travailleuse et pauvre, ou voir déboucher des routes voisines les attelages originaux des habitants des campagnes, il a devant lui un spectacle tout nouveau, et qui l'intéresse au plus haut degré. Il est bien en face d'une « population typique », qui n'a pas changé depuis plusieurs siècles, qui a conservé ses mœurs, ses traditions et ses costumes; et dans la longue traite qu'il doit encore fournir pour arriver au bout de la péninsule des Balkans, il est sûr de rencontrer partout, vivant de leur vie primitive et portant leurs vêtements nationaux, les nations multiples que le Danube a retenues sur ses bords. L'Occident n'a pas encore complètement envahi l'Orient à ce point de vue; et le touriste doit s'en féliciter, car, pour employer l'expression d'un voyageur d'un autre temps, « au plaisir de l'esprit vient se joindre le plaisir des yeux ».

Je visitais, il y a quelque temps, le sud de la Péninsule italienne, et, conduit par cet amour du pittoresque qui fait le

charme d'un voyage au long cours, j'avais voulu faire à pied la route qui de Naples conduit à Pompéï et à Castellamare. Depuis assez longtemps je parcourais l'Italie, sans avoir jamais rencontré ce que je cherchais, et j'espérais que le long de ce golfe si renommé, en traversant Herculanum, Portici et Torre del Greco, de poétique et musicale mémoire, je pourrais enfin rencontrer sur mon passage un *Napolitain*, ou plutôt une *Napolitaine* vraie, dans son costume multicolore, auquel le soleil du Midi devait donner un éclat particulier. J'avais encore devant les yeux le tableau qu'un peintre en renom avait exposé au dernier salon, et qui représentait une vue de *Capri* ou de *Résina*. Je voulais le retrouver, mais sur place et pour ainsi dire vivant; ce fut en vain. Un compagnon de route me voyant chercher et fureter de tous côtés, au coin des carrefours, dans les ruelles, sur le pas des portes ou dans les champs, me demanda à qui j'en avais. « Je m'étonnais, lui dis-je, de ne rencontrer partout que des femmes vêtues comme ailleurs, assez sordidement du reste, à la façon des campagnes de la haute Italie ou de la Provence et nulle part ce que j'aurais voulu voir. » — « Vous ne connaissez pas encore bien l'Italie, me répondit-il. Des Napolitains, des Napolitaines vraies, comme vous l'entendez, vous en trouverez à Paris, boulevard Montparnasse, quartier de l'Observatoire ou du Luxembourg, mais ici, jamais ! » Et moi qui rêvais à ce moment de la Muette de Portici !

En Hongrie, et sur le cours inférieur du Danube, c'est autre chose. A chaque pas, dans les bourgades ou les villes, à chaque station, le long de la voie ferrée, on peut repaître ses regards de la couleur locale, qui ne fait défaut nulle part. Vous l'avouerai-je ? Une de mes joies les plus vives fut de trouver souvent sur mon passage ce type, qui me parlait de l'Orient bien mieux que tous les monuments et tous les récits, je veux dire les *Tsiganes*. Non pas ces *Tsiganes* trop bien civilisés et trop bien habillés surtout, que nous avons tous vus à Paris, en 1878, et dont les concerts attiraient la foule; — à Paris on imite tout, et l'imitation trop souvent paraît plus vraie que la réalité même; — mais des *Tsiganes* authentiques, réunis par groupe de cinq ou six, et jouant de cet étrange instrument à cordes qui figure le violon, et qui s'appelle le *tsimbalon*. On les trouve un peu partout dans leurs courses vagabondes, sans demeure fixe, et promenant leur existence à demi sauvage à travers les vastes plaines de la *Puzzta*.

Mais ces plaines de la *Puzzta*, comme elles vous préparent merveilleusement à entendre ces chants d'un rythme inconnu ailleurs, où tout semble mystérieux, comme l'origine même ou la vie de ces musiciens errants ! Musiciens ! ce n'est pas assez dire : mais musiciens et poètes, tout à la fois. Rien n'est saisissant comme la vue de cette plaine, vaste et unie, qui

commence aux environs de Buda-Pesth, pour se développer devant nous, sur une étendue de 500^{km} à 600^{km}, sans présenter aucun monticule, aucun accident de pays qui vienne en rompre la monotonie. La *Puzzta*, ou, comme on l'appelle encore, *l'Alfœld*, qui s'oppose au *Felfœld*, ou région montagneuse de l'Est, a bien sa poésie, mélancolique ou sombre, il est vrai, mais qui vous saisit et vous étreint, dès la première heure, et qui ne vous quitte que là-bas, aux pieds des monts de Transylvanie. Si, malgré lui, le touriste subit le charme, que sera-ce de l'habitant lui-même, du berger surtout et du vagabond, dont la vie fait pour ainsi dire corps avec la Puzzta!

Du reste, je venais de lire, étant encore à Vienne, quelques-unes des œuvres les plus émouvantes de *Lénau*, le grand poète de la steppe, comme on l'appelle en Autriche; et, parmi elles, *l'Auberge de la lande*. J'avais encore dans les oreilles, autant que dans la mémoire, le bruit de la tempête, et « le galopement furieux des bergers, chevauchant emportés dans une course sans frein et sans repos, au milieu des bruyants claquements de fouets. » Accoudé à la terrasse du wagon qui avait été mis à notre disposition, je laissais mes regards et ma pensée errer au loin, croyant entendre encore ou voir tout ce que j'avais lu. Quand le train s'arrêta à une première station, au delà de Keschemet, un groupe de Tsiganes se trouvait sur le quai, jouant de mémoire un morceau assez bruyant, et qui me produisait l'effet d'une effroyable cacophonie. Le train ne partait pas assez vite pour me permettre d'échapper à ce charivari. A la station suivante, même vacarme produit par un autre groupe, mais je ne dirai pas même impression. Je subissais de plus en plus l'influence de la Puzzta. Déjà mon oreille était faite à cette harmonie sauvage; et, quand le train reprit sa marche, ce fut avec la plus vive impatience que j'attendis un nouvel arrêt pour m'imprégner et me griser tout à mon aise de ces accords barbares (je ne trouve pas d'autre expression pour rendre ma pensée), qui m'avaient complètement subjugué. Alors je me rappelais les beaux vers que Lénau avait consacrés à ces chants de la steppe : « leurs notes montent et dansent, sauvagement enlacées comme des plantes forestières, sauvagement errantes comme des flammes affolées;... le frémissement des cordes semble les ondulations d'un pont, sur lequel galopent, avec la nostalgie des bonheurs de la terre, les spectres des héros, qui, fidèles à la voix de la patrie, sont tombés jadis dans la bataille, aux sons de ce même chant de guerre. » — Personne n'échappe à l'émotion profonde que produisent ces airs, datant de plusieurs siècles peut-être, et qui se transmettent de génération en génération comme ceux des anciens poètes grecs. On écoute de toute son âme, on voudrait entendre encore, quand déjà les sons se perdent dans

le lointain; car on sent bien que dans ces accords, si bizarrement beaux, se déroule la vie tout entière d'un peuple déshérité, qui ne sait trop d'où il vient, et qui ne sait pas plus où il va. Du reste, cherche-t-il à se rendre compte du sort qui l'attend? Ne se contente-t-il pas de vivre, triste et désespéré, comme le chant même de la steppe, qu'il tire de son tsimbalon?

Mais ce n'est pas tout d'aimer la poésie et d'y être sensible; il faut manger aussi, surtout en voyage, et l'air vif de la Puzzta contribue beaucoup à creuser l'estomac. Or la lande de Hongrie devait me procurer toutes les surprises, car j'y fis la connaissance d'un plat d'une saveur exquise, mais d'une confection originale : je veux parler du *Mets aux obstacles*. Ce nom vous étonne, je le comprends. En voici l'explication. Vous entrez dans un buffet ou un restaurant, et vous demandez un bifteck ou une côtelette. On doit en trouver partout et c'est vite préparé! Quelque temps s'écoule, et bientôt le garçon de salle vient déposer devant vous, je ne dirai pas le plat demandé, mais quelque chose de très compliqué et qui tout d'abord déroute vos habitudes. Où est le bifteck? Où est la côtelette demandée? Vous la cherchez : mais, avant de la trouver, il vous faut fouiller et mettre de côté un véritable monceau d'accessoires, œufs, salades, choux rouges, céleris, confitures, oignons, paprica, quoi encore?... je dois en omettre. C'est là ce qu'on appelle les *obstacles*, qui vous arrêtent, avant d'arriver au mets lui-même. Or, il faut savoir que toujours le nombre des obstacles se mesure à la qualité même ou à la position du client. J'avais la faveur de voyager en compagnie d'une personne qui, par sa position et son mérite, méritait beaucoup d'obstacles. Aussi était-ce à chaque station de véritables batailles à livrer. Mais je vous l'avoue, on s'aguerrit bien vite. Plus on trouve d'obstacles, plus on est content, car ils sont exquis; bien loin de les tourner, on se hâte de les faire disparaître, et très promptement.

Tout en causant, le train a marché. Nous voici à la frontière même de la steppe hongroise et au seuil d'un monde plus nouveau encore. Les *Portes de fer* vont nous y donner entrée.

Afin d'en saisir plus complètement les beautés, nous quitterons la voie ferrée, pour nous embarquer sur un chaland quelconque, et descendre le grand fleuve jusqu'à *Turn-Severin*, sur la rive roumaine.

Nous pénétrons presque aussitôt dans ce que l'on désigne du nom de *Klissura*. — C'est un défilé étroit, mais long de 130^{km} environ, resserré entre des hauteurs de 600^{m} à 700^{m}, qui le dominent sur tout son parcours, et au fond duquel coule le Danube, que l'on dirait pressé de sortir au plus vite de cette prison de rochers. Quelques chiffres vous en diront peut-

être plus que toutes les descriptions. A Vienne, le fleuve avait 300^{m} de large, à Buda-Pesth, 1000^{m}; à Semlin, 1500^{m}. A quelques kilomètres à l'est de Basiach, il se réduit à 150^{m} ou 200^{m} à peine, et sa profondeur s'en accroît d'autant, aussi bien que sa rapidité. La première atteint jusqu'à 55^{m} et 60^{m}, et la pente devient des plus rapides; car à Presbourg nous étions encore à 130^{m} d'altitude; ici nous sommes descendus à moins de 40^{m}. Et quels spectacles, quels points de vue, quels souvenirs croyez-vous que l'on rencontre dans ce parcours de cinq à six heures?

Nulle part ces châteaux ou ces constructions du moyen âge, que nous avons trouvés entre Lintz et Vienne, Presbourg et Waitzen; nulle part ces bourgs ou ces petites villes coquettement assises sur le bord de l'eau, et qui égayent le voyage; et même presque nulle part ces ruines et ces vestiges du passé, que font revivre les traditions. Mais les roches succèdent aux roches, nues ou encore boisées, creusées de cavernes profondes, que l'on dit fréquentées par les aigles, et rayées par les torrents qui se précipitent dans le fleuve. De loin en loin, seulement, surgit un pauvre village, *serbe* sur la rive droite, *roumain* sur la rive gauche. Un jupon rouge apparaît, surmonté d'une chemise blanche; c'est une jeune fille ou une femme qui file ou puise de l'eau. Puis la descente continue, et cela dure pendant des heures entières.

A un moment, la curiosité s'éveille. Le bateau paraît enfermé dans une impasse, car les rochers des deux rives opposées se rapprochent et semblent se confondre, au point que l'on ne découvre plus aucune issue. Nous arrivons à la passe de *Kasan*, formée de deux parois verticales, auxquelles pourraient parfaitement s'adapter les battants d'une porte, et le défilé serait alors infranchissable. Qui sait si ce n'est pas là l'explication véritable des *Portes de fer*, que la tradition reporte, beaucoup plus au Sud, dans le voisinage d'Orsova, au milieu des brisants, qui gênent la navigation du Danube, et que l'on prétend avoir été souvent reliés entre eux par des chaînes de fer ? Un autre problème se pose pour le touriste chercheur, à propos du fameux pont de Trajan, dont, nous disent tous les guides et tous les géographes, on peut encore distinguer les arches monumentales, entre Orsova et Widdin. Ces arches subsistent, mais ces ruines remontent-elles aux Romains ou à d'autres peuples ? Peu importe, du reste, car il devait y avoir là un passage très fréquenté, pour mettre en communication les deux rives du fleuve. Il a existé, je crois, un autre pont de Trajan, plus original et plus curieux, et dont la construction a dû être des plus pénibles. Quand on a dépassé le défilé de Kasan, on longe sur la droite un pan de rochers uni et long de plusieurs kilomètres, et qui tombe à pic dans le Danube. De

distance en distance, apparaissent des trous, espacés de 3^m à 4^m, et toujours deux par deux, l'un au-dessus de l'autre. Dans les trous supérieurs, s'emboîtaient des poutres horizontales, soutenues par des jambes de force qui s'appuyaient aux trous inférieurs, et l'on obtenait ainsi un encorbellement ou plate-forme, large de 2^m à 3^m, et qui courait tout le long du fleuve sur une étendue de plusieurs kilomètres. Pour qui a vu les ponts suspendus des gorges du Fier, en Savoie, l'explication, quelque défectueuse qu'elle soit, pourra paraître assez claire. C'était bien là un pont d'un nouveau genre, hardi, mais solide, et qui seul pouvait permettre à Trajan de pénétrer dans le pays des Daces. Du reste, une inscription latine, sur plaque de bronze, fixée à la paroi du rocher, rappelle le passage de l'empereur romain. Mais nous voici au bout de la *Klissura*, et nous franchissons ce que la tradition considère comme les portes de fer, pour déboucher dans la plaine de Roumanie et la péninsule même des Balkans.

(Projections des quelques points de vue mentionnés plus haut : *Passe de Kasau, Pont de Trajan* et *Portes de fer.*)

Je ne saurais vous dire l'émotion dont on est saisi quand, pour la première fois, on arrive à fouler cette terre, où tant d'événements se sont accomplis dans le passé, s'accomplissent encore aujourd'hui, et s'accompliront plus tard. Pour trouver quelque charme à son voyage, il faut que l'imagination du touriste soit toujours en éveil. Or l'imagination a de quoi s'exercer dans cette région, où l'inconnu se dresse si souvent devant elle ; et je ne parle pas seulement de l'avenir même que la fortune réserve aux populations des Balkans, mais j'entends aussi ce sol, sa configuration et les difficultés insurmontables, éprouvées par tous ceux qui ont voulu l'étudier en détail.

M. Molteni va projeter devant vos yeux la carte de la presqu'île hellénique, telle que j'ai essayé de la reproduire, pour vous donner une idée de la configuration de son sol, du moins dans les lignes générales. Je ne sais s'il existe quelque part en Europe un système orographique plus compliqué ou plus confus. Je ne connais guère que les régions intérieures de la haute Savoie qui présentent un enchevêtrement aussi inextricable de hauteurs, de dépressions, de pics et d'abîmes, au milieu desquels se perd l'explorateur, sans trouver de fil conducteur qui puisse le guider.

Dans la partie occidentale se développent les *Alpes helléniques*, continuation du grand système alpestre de l'Europe centrale, et qui, longeant la mer Adriatique et la mer Ionienne, viennent d'abord se rattacher, par la masse du *Tchar-dagh*, aux Balkans proprement dits, pour reprendre bientôt leur direction au Sud, courir entre l'Épire et la Thessalie, franchir

l'isthme de Corinthe et s'épanouir dans l'ancien Péloponèse, aujourd'hui Morée. Quant aux *Balkans,* à partir du Tchar-dagh ils vont dans la direction de l'Est, se terminer à la mer Noire, sur laquelle ils projettent le cap Emineh (Emineh-Boroum) et partagent ainsi en deux parties à peu près égales la région située entre le Danube et l'archipel. Nous reconnaissons ainsi trois pentes générales, qui nous portent la première, à l'Ouest, sur l'Adriatique; la seconde, au Nord, sur la Save et le Danube; la dernière, au Sud et au Sud-Est, sur l'Archipel et la mer de Marmara. Ce sont là, vous le voyez, les deux grandes arêtes, assez faciles à saisir, qui constituent l'ossature de la péninsule. Mais si nous voulons pénétrer dans le détail de la configuration physique, quelle diversité dans les aspects, quelle variété dans les masses et les systèmes secondaires, quelle différence, surtout, dans les conditions d'existence, faites aux populations qui s'y établissent, par ce sol si tourmenté et « dont chaque pli de terrain recèle pour ainsi dire un mystère à découvrir ou une énigme à déchiffrer ».

Tout d'abord nous voyons au Nord-Ouest un vaste système de montagnes s'élargir en un plateau de 50^{km} à 60^{km} de large, sur 200^{km} de long, — c'est le plateau herzégovien, — et pousser des contreforts abrupts sur les côtes de la mer Adriatique, où se pressent, s'enchevêtrent et se confondent un nombre incalculable d'îles, d'archipels et d'îlots du plus sombre aspect. Rien n'est beau, rien n'est saisissant comme le spectacle que l'on a sous les yeux, dans une traversée maritime de Trieste à Raguse ou aux bouches du Cattaro, non loin de la Boïana. Partout la même muraille rocheuse, élevée et capricieusement déchiquetée, que creusent d'étroites et sombres vallées, parmi lesquelles celle de la *Narenta* n'est pas la moins curieuse. On se sent en face d'une terre à part, et qui doit faire la vie très dure à ses habitants. Mais ceux-ci y trouvent du moins une indépendance et une sécurité à peu près complètes. Par delà, on devine quelque chose d'étrange et de plus tourmenté encore, et l'on ne se trompe pas. Si de ce plateau herzégovien, dont je vous parlais il y a un instant, vous descendez dans le bassin de la Save, vous vous trouvez en présence d'un de ces soulèvements du sol, comme l'imagination du géographe en rêve au cœur même du vieux continent asiatique, aux environs du Pamir, de l'Hindou-Kouch et des Himalayas. Ne cherchez pas à vous reconnaître, ni à trouver une ligne précise dans cet amas confus de roches, de crêtes longues et étroites, de masses isolées, de petits plateaux, de précipices et de vallées creusées au hasard par des torrents, qui vont on ne sait où, et dont se grossissent de nombreux cours d'eau, qui s'appellent l'Unna, l'Urbas, le Drin, la Lim, l'Ibar, la Morawa serbe et la Morawa bulgare. Toutes ces rivières nous conduisent bien à

la Save et au Danube, mais par quels détours, par quelles cluses et quels étranglements! Ajoutons qu'aucune route, aucun sentier souvent ne peut permettre au voyageur de se conduire sans guide, ou en toute sécurité, au milieu de ce fantastique pays; et quelles populations diverses ne trouve-t-on pas disséminées un peu partout dans ces anfractuosités de terrain qui seules peuvent donner un asile et fournir quelque parcelle de terre à cultiver : *Istriens, Dalmates, Rasciens, Herzégoviens, Bosniaques, Monténégrins, Arnautes, Serbes*, et je ne prends que les principales. Chacune d'elles a son nom, ses traditions, ses lois et même sa langue. Sans doute, elles se prétendent bien toutes de la même origine, et se réclament de la grande famille slave; mais mettez-les en présence les unes des autres, comme en 1849, au congrès de Prague, elles ne pourront s'entendre entre elles, ni comprendre les populations sœurs de la Bohême, de la Moravie ou des Sudètes.

Nous saisissons aussi les difficultés qui devaient arrêter les armées austro-hongroises, envoyées à la fin de 1878 pour prendre possession des deux provinces, que le congrès de Berlin venait de confier à la garde de l'empereur François-Joseph. Aujourd'hui encore, nous assistons à une levée en masse des Herzégoviens et des Rasciens, qui refusent de s'enrôler, et trouvent dans la constitution de leur sol une force de résistance assez grande pour faire durer longtemps encore la lutte.

Si, de ce point, nous nous reportons sur le sommet des Balkans, nous n'avons pas à constater une moins grande diversité dans les aspects du sol et les accidents du pays, qui partout viennent se présenter à notre vue. D'une part, dans la direction du Nord, les contreforts et les ramifications de cette arête centrale vont en s'abaissant par pentes successives sur la rive droite du Danube; sur ces pentes s'écoulent de nombreux cours d'eau, qui seuls tracent les vallées et les routes pouvant donner accès au cœur même du massif. Les plus connus sont l'Isker, le Vid, l'Osma, la Lantra, etc., que vous voyez tous creuser, parallèlement les uns aux autres, cette contrée montagneuse. Nous sommes là dans une région distincte des autres et nettement délimitée, qui doit avoir sa tradition, son histoire et sa population propres. C'est en effet la *Bulgarie*, érigée depuis peu en principauté pour ainsi dire indépendante, et qui, adossée aux Balkans, regarde et tend là-bas où s'ouvrent les grandes plaines de la Russie. Ce n'est pas sans une raison sérieuse que le czar a émancipé ce pays, car vous devez comprendre immédiatement son importance stratégique. Quand une armée débouche de la Bessarabie et de la Roumanie, pour franchir le Danube et envahir l'empire ottoman, c'est par la Bulgarie qu'elle doit aborder le territoire ennemi, et dans la Bulgarie

même il lui faut passer par les seuls chemins que lui tracent les rivières pour l'amener aux cols de Chipka et de Trajan, dont les noms bien souvent ont dû frapper vos oreilles dans la dernière guerre russo-turque. Mais qu'une armée ottomane vienne se poster aux abords d'une de ces routes, sur une des crêtes inférieures qui dominent le passage, et l'envahisseur est arrêté. Pour s'avancer plus loin, il lui faut immobiliser ses troupes autour de cette position assez forte pour l'arrêter pendant plusieurs mois. Ce fut le cas de *Plewna,* où Osman-Pacha soutint pendant longtemps, et sans faiblir, les efforts de toute l'armée russe. La position occupée ou conquise, la route reste ouverte; et c'est à flots pressés que l'invasion se précipite sur la belle et large vallée de la Maritza, dans la direction de Constantinople.

D'autre part, tournons-nous dans la direction du Sud. Placés aux sources de l'Isker ou du Vid, nous nous trouvons en face de deux régions bien différentes l'une de l'autre, et dont l'histoire doit également être distincte. Au Sud-Ouest, nous voyons un vaste plateau, enfermé entre les Balkans, les Alpes helléniques et le Despoto-Dagh, s'étendre au loin du côté de l'Archipel. Il est creusé par de nombreuses et grandes rivières, qui viennent, à droite et à gauche de l'ancienne Chalcidique, arroser les districts de *Salonique*, de *Sérès* et de *La Cavalle.* C'était la Macédoine. Au Sud-Est, au contraire, s'ouvre, entre le Despoto-Dagh et les Balkans orientaux, une longue vallée, qui va s'élargissant toujours davantage, pour nous conduire à *Philippopoli,* à *Andrinople* et à *Démotica,* étapes bien connues de cette magnifique voie commerciale, qui est aussi la plus belle route militaire, aboutissant à la mer Noire et à la mer de Marmara. C'était la Thrace, appelée aujourd'hui Roumélie, ou pays des *Roumis* (Romains).

Ainsi donc que de territoires distincts et de régions différentes au sein de cette presqu'île que la nature semble, au premier abord, avoir faite si unie dans toutes ses parties, entre les quatre ou cinq mers qui la baignent! Que de peuples aussi, de nationalités ou de races variées! Déjà nous en connaissons quelques-uns; on pourrait y joindre les *Valaques* et les *Moldaves,* ou *Roumains,* les *Tartares,* les *Bulgares,* les *Rouméliotes,* les *Hellènes,* les *Circassiens,* les *Turcs,* les *Arabes* et les autres. Ne dirait-on pas, suivant l'ingénieuse expression d'un voyageur contemporain, « un immense bazar, où la plupart des populations connues se sont donné rendez-vous, mais pour y vivre côte à côte, sans se fréquenter ni se connaître, et n'ayant qu'un seul souci, — oublier leurs voisins et s'oublier elles-mêmes! »

Mesdames, Messieurs, j'insiste quelque peu sur cette configuration physique et les aspects multiples qu'elle nous pré-

sente, car j'y vois l'explication la plus vraie de ces difficultés insurmontables qu'opposera, pendant longtemps encore, la *question d'Orient,* à qui voudra la résoudre. Toujours, quand on aborde ce sujet, on met en avant le point de vue ethnographique; on en fait comme le nœud même de la question qu'il s'agit de dénouer, et on ne veut rien voir au delà. C'est un tort, ou tout au moins une exagération. Le point de vue géographique a bien, lui aussi, son importance. N'est-ce donc pas lui, qui seul peut nous amener à comprendre le premier le point de vue ethnographique ? Pourquoi toutes ces populations, d'origine si diverse, se sont-elles perpétuées sur ce sol sans jamais se mêler ni se confondre, se poursuivant aujourd'hui de la même haine qui les animait autrefois les unes contre les autres ? C'est que le sol s'est toujours opposé à ce mélange des races, qui ne peut s'accomplir que dans des conditions déterminées et favorisées par la configuration générale du pays. On a parlé et on parle encore de faire de tous les peuples de la péninsule une vaste confédération, une république fédérative, à la façon de la Suisse, sous l'hégémonie d'un grand état central, comme la Hongrie. On ignore qu'en Suisse, — je vais, aux yeux d'un grand nombre sans doute, commettre une grosse hérésie, — le sol se prête merveilleusement à l'organisation et à la durée d'une forte fédération d'États. Tous ces États, en effet, trouvent dans la haute et large plaine, qui s'étend du lac de Genève à celui de Constance, un centre de réunion, où les portent, avec les cours d'eaux descendus des Alpes et du Jura, des traditions et des intérêts communs. Dans la péninsule des Balkans, il n'en est pas ainsi, nous l'avons vu. En outre, on oublie de nous dire ce que deviendrait *Constantinople,* dans le partage des dépouilles. Or *Constantinople* est, sinon la capitale du monde, comme le disait Napoléon, du moins la capitale de l'Orient. Qui la possède domine à la fois sur la mer Noire et l'Archipel, sur la Roumélie d'Europe et l'Anatolie d'Asie; et ce serait *la part du lion,* que chacun des copartageants voudrait revendiquer. (Projection d'une coupe de terrain montrant Constantinople au centre d'une dépression, que dominent à l'Ouest les Balkans, et à l'Est les hauts plateaux de l'Asie-Mineure.)

Mais ce sont là, je le crains des détails bien arides. Permettez-moi, pour terminer, de faire passer sous vos yeux quelques-uns des types et des points de vue qui m'ont le plus diversement impressionné dans le reste de mon voyage. (Projections : *Moldo-Valaques;* paysans *Bulgares; Arnautes* et *Épirotes; Monténégrins; Bachi-bouzouks; dame voilée* d'Andrinople; *murs en ruine de* Constantinople; porte du *Harem impérial; intérieur de Sainte-Sophie; jeune dame arménienne.*) Je ne puis vous laisser sous une meilleure impression que

celles que produiront, sans doute, sur vous le chef-d'œuvre de l'art byzantin et la gracieuse image d'une si belle Levantine.

Mesdames, Messieurs, je me résume et je conclus.

J'ai déjà visité une partie de l'Europe, au Nord, au Sud et à l'Est; je visiterai certainement l'autre tout entière, en attendant que le chemin de fer d'*Orembourg* à *Tachkend* et à *Pékin* s'exécute, et me permette de faire le tour du monde en deux mois, dans l'espace de mes vacances, ce qui, vous le voyez, serait plus beau et plus rapide que dans Jules Verne; or, toujours je suis revenu, et toujours je reviendrai, permettez-moi cet excès de chauvinisme, plus fier de mon pays, plus confiant dans sa force et dans son avenir.

Que voyons-nous en dehors de la France? Qu'avons-nous constaté dans ce voyage à travers l'Europe? Des divisions, des scissions politiques et des haines de race, qui ne sont ni les moins vives ni les moins tenaces, et qui opposent un obstacle insurmontable à la formation de cette unité politique et sociale, qui seule peut assurer la grandeur d'un État. Et pourquoi ces *divisions?* Parce que le sol lui-même est *divisé;* parce que le *morcellement territorial* amène forcément avec lui le *morcellement ethnographique*. Chez nous, au contraire sur cette terre si favorablement disposée, où toutes les parties contribuent à former un tout harmonieux et complet, dont les géographes et les historiens des temps anciens et des temps modernes furent frappés, un seul et même peuple a pu se constituer, apprendre à vivre de la même vie, et à parler la même langue; un seul et même peuple a pu se former, s'inspirant des mêmes traditions et du même esprit national, et portant dans son âme un même amour, profond et inaltérable, celui d'une patrie commune, qui s'abrite aujourd'hui sous l'égide de la loi républicaine, la seule vraie, parce que, de son essence, elle est la seule immuable. C'est là ce qui fait notre force, et il faut avoir voyagé à l'étranger pour mieux le comprendre encore. La géographie, ou la géographie pratique, si vous le voulez, est donc une connaissance d'un ordre bien élevé, puisque son enseignement peut se résumer dans ces mots qui doivent être tout pour nous, *aimer son pays,* et l'aimer d'autant plus, qu'on est en droit de ne jamais désespérer de sa fortune.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

8 MAI 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 110.

DE L'UTILITÉ ET DES INCONVÉNIENTS DES QUARANTAINES; communications faites à l'Académie des Sciences par M. de **Lesseps** et par M. le Dr **Fauvel.**

Dans la séance du 10 avril, M. de Lesseps a appelé de nouveau l'attention de l'Académie sur une question d'hygiène publique dont l'importance est très grande : le maintien, la réforme ou la suppression des mesures sanitaires employées pour empêcher la propagation du choléra asiatique et d'autres maladies contagieuses de l'Orient en Europe. Frappé des dommages que parfois les voyageurs et le commerce éprouvent par suite de la séquestration plus ou moins prolongée imposée souvent aux personnes et aux choses qui arrivent en Égypte par la mer Rouge, l'illustre créateur du canal de Suez s'est demandé si les avantages obtenus par les quarantaines compensent les inconvénients que ces mesures restrictives entraînent et, par l'examen d'un grand nombre de faits, il a été conduit à penser qu'il n'en est pas ainsi; que les quarantaines sont un remède inutile et impuissant contre le choléra et qu'il conviendrait sinon d'abolir, tout ou moins de modifier profondément les mesures de police sanitaire encore en vigueur. M. de Lesseps a donc demandé à l'Académie de s'occuper de l'examen de cette question et, à cet effet, d'en faire faire l'étude par une Commission spéciale. Cette proposition ne pouvait pas être repoussée et la question soulevée par M. de Lesseps a été soumise à une Commission composée de MM. Wurtz, Pasteur, Bouley, Larrey et de Lesseps.

Déjà, dans plus d'une circonstance, ce débat entre les partisans des quarantaines et les adversaires de ces mesures protectrices avaient été portés devant l'Académie, et cette compagnie savante, tout en reconnaissant leur insuffisance dans beaucoup de cas, a toujours conclu à leur utilité et à leur maintien là où il était possible d'interrompre toute communication entre l'Europe et les parties de l'Orient où règne une

épidémie de ce genre. En 1870, elle accorda même un prix de la valeur de 5000fr à l'auteur d'un livre sur le choléra asiatique dans lequel le mode de propagation de cette cruelle maladie avait été étudiée d'une manière très approfondie et l'utilité des quarantaines était soutenue avec énergie. M. le Dr Fauvel, dont l'Ouvrage avait obtenu cette marque de haute estime (1), n'a pas varié dans ses convictions et, le 17 avril, en réponse aux observations de M. de Lesseps, il a lu, devant l'Académie, un Mémoire fort intéressant dont nous croyons utile de reproduire ici la majeure partie (2).

Après avoir présenté diverses considérations préliminaires dont nous pouvons nous dispenser de rendre compte, M. Fauvel entre en matière de la manière suivante :

« En 1865, quand le choléra, importé par les pèlerins de la Mecque, se propagea avec une rapidité presque foudroyante en Egypte d'abord, puis dans tout le bassin de la Méditerranée, et, de là, dans l'Europe entière, l'opinion de la majorité des médecins était déjà fixée sur la propriété contagieuse du choléra, mais les lois qui président à la transmission de la maladie n'avaient pas encore été formulées d'une manière précise. L'impression profonde que fit en Europe cette invasion subite et inattendue détermina, à la demande du gouvernement français, la réunion à Constantinople d'une conférence sanitaire internationale à laquelle prirent part tous les États européens, plus l'Égypte et la Perse.

» Cette conférence avait pour mission de rechercher l'origine et les causes primordiales du choléra, de déterminer les lois de sa propagation, et de proposer les moyens soit de tarir le fléau dans sa source, soit de l'arrêter dans sa marche envahissante vers l'Europe. Cette tâche, qui embrassait toute l'étiologie et la prophylaxie du choléra, exigea huit mois de travaux assidus.

» Le livre récompensé par l'Académie des Sciences est le résultat des travaux de cette conférence accomplis dans le cours de 1866.

» Procédant avec une rigueur toute scientifique, la confé-

(1) Ce livre, publié en 1868, est intitulé : *Le choléra, origine et prophylaxie, origine, endémicité, transmissibilité, propagation, mesures d'hygiène, mesures de quarantaines et mesures spéciales à prendre en Orient pour prévenir de nouvelles invasions du choléra en Europe. Exposé des travaux de la conférence internationale sanitaire de Constantinople, mis en ordre et précédé d'une introduction* par A. Fauvel, délégué du gouvernement français à la conférence, avec une carte indiquant la marche du choléra en 1865.

(2) Ce Mémoire *sur les quarantaines à Suez* a été inséré *in extenso* dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. XCIV, n° 16.

rence, dans les questions relatives à l'étiologie du choléra, n'est jamais allée au delà de ce que les faits permettaient de conclure; aussi a-t-elle laissé indécis, en ayant soin de les signaler, un certain nombre de problèmes étiologiques, particulièrement ceux qui se rapportent aux immunités contre les atteintes de cette maladie.

Mais on peut affirmer que toutes les questions qu'elle a considérées comme résolues sont restées telles et acquises définitivement à la Science.

Ce qui fait l'originalité de l'œuvre de la conférence au point de vue de l'étiologie, c'est qu'elle ne s'est pas contentée d'affirmer à l'*unanimité* que le choléra était contagieux ou transmissible, mais qu'elle s'est appliquée à rechercher et à montrer autant que possible toutes les conditions propres à favoriser la transmission de la maladie.

C'est qu'en effet la transmission d'une maladie contagieuse n'est point un fait absolu, et que les conditions de transmission ne sont pas les mêmes pour toutes les maladies de cet ordre. C'est là une vérité banale aujourd'hui, mais qui était méconnue.

Je suis obligé de renvoyer à l'Ouvrage où toutes ces considérations étiologiques sont longuement développées.

J'appelle particulièrement l'attention sur le Chapitre relatif à l'*immunité* contre le choléra qui montre que, sans être en opposition avec la propriété contagieuse de la maladie, il y a des localités comme des personnes réfractaires à la transmission. La conférence a indiqué tout un programme d'études à faire à ce sujet.

Pour être bref, je me contente de résumer en quelques mots la doctrine étiologique de la conférence.

Le choléra, pour l'Europe, *est une maladie exotique, contagieuse, d'origine indienne. Jamais on ne l'a vu naître spontanément en Europe, où il a toujours été importé.*

Mais c'est principalement dans la partie prophylactique de son œuvre que la conférence inaugura un système très différent de l'ancien.

Les études étiologiques avaient montré l'impuissance des quarantaines contre la marche envahissante du choléra une fois introduit en Europe. Les quarantaines maritimes y avaient perdu presque toute leur efficacité. Il ne pouvait être question de cordons sanitaires; c'est alors que la conférence, se fondant sur cette loi, jusqu'alors incontestée et établie par elle, que les épidémies de choléra n'ont en Europe qu'une durée plus ou moins longue, qu'elles finissent par s'y éteindre radicalement, sans qu'il y ait crainte de réapparition, à moins d'une importation nouvelle, reconnut que le principal problème prophylactique se réduisait, dès lors, à s'opposer avant tout à de nouvelles invasions du choléra en Europe; mais la conférence

comprit en même temps qu'il fallait remonter à la source du mal dans l'Inde, indiquer, en attendant mieux, les mesures propres à y restreindre le développement de la maladie par une bonne police sanitaire des pèlerinages indiens, sources principales des épidémies dans cette contrée, celles propres à améliorer les conditions sanitaires des points de l'Inde où le choléra est endémique, qu'il fallait régler les conditions de l'embarquement sur les navires affectés au transport des pèlerins pour la Mecque ou des autres agglomérations tout aussi dangereuses; enfin, dans la mer Rouge, qu'il importait d'organiser tout un système de surveillance et de défense pour le cas où le choléra y serait importé par des navires contaminés, système ayant pour principal objectif la défense de l'Égypte considérée comme barrière contre l'importation du choléra en Europe, car il était évident qu'une fois l'Égypte envahie les relations maritimes de ce pays avec tous les États méditerranéens sont telles que, sur un point ou sur un autre, malgré les quarantaines, l'invasion de la maladie aurait lieu comme en 1865. Ajoutons qu'au point de vue du pèlerinage de la Mecque toute une série de mesures d'hygiène, étudiées avec soin, étaient recommandées pendant les cérémonies du Courban Baïram.

» Voilà, en peu de mots, toute l'économie du système de défense préconisé par la conférence contre l'invasion du choléra en Europe par la voie maritime. Il fallait encore pourvoir aux moyens d'action.

» Prenant pour base les faits acquis par l'expérience, à savoir que toutes les provenances des Indes n'étaient pas également susceptibles d'importer le choléra en Égypte, elle établit la nécessité d'une très grande différence entre les paquebots postaux ou autres qui viennent à Suez, après une longue traversée, et n'y avaient jamais importé le choléra, paquebots qui arrivent dans des conditions excellentes d'hygiène, avec un médecin responsable à bord, et les navires à pèlerins qui naviguent au contraire dans de mauvaises conditions de salubrité, et elle admit que ces deux catégories de navires devaient être soumises à des précautions différentes. De plus, dans la prévision d'une invasion du choléra parmi les pèlerins de la Mecque, la conférence posa comme règle que ceux de ces pèlerins qui, dans cette circonstance, devaient, à leur retour, se rendre en Egypte par mer, ne devaient pas être admis à s'y transporter directement, mais être obligés à subir au préalable une quarantaine épuratoire sur un point de la côte arabique (El-Ouedj) suffisamment éloigné de Suez (350 milles marins) pour écarter tout péril de compromissions, attendu qu'une quarantaine aux sources de Moïse, à petite distance de Suez, ne donnait aucune garantie sérieuse.

» Restait à trouver les moyens de préserver l'Europe contre le

retour du choléra par la voie de terre, c'est-à-dire par le littoral de la mer Caspienne et la région située au nord de cette mer.

» Une étude attentive de la marche des diverses épidémies de ce côté à travers la Perse et l'Afghanistan a permis de déterminer avec exactitude les routes suivies. Un médecin très distingué, aujourd'hui membre de l'Académie de Médecine, M. Proust, a même été envoyé en mission pour étudier la question sur place, et il a confirmé l'exactitude des tracés de la conférence. Son rapport a été publié dans le *Recueil des travaux du Comité d'hygiène publique*. Ajoutons que le choléra n'est jamais parvenu en Europe en franchissant la frontière turco-persane. Je n'ai pas le temps ici d'en donner les raisons.

» Telle est, réduite à un simple sommaire, l'œuvre de la conférence.

» Quels en ont été les résultats ? D'abord, du côté de la route du Nord dont la défense était confiée à la Russie, celle-ci ayant eu le choléra en permanence jusqu'en 1873, il a été difficile de juger l'efficacité des mesures qui ont dû être prises; mais, à en juger par l'invasion de la peste, en 1878, dans la province d'Astrakhan, il est permis de croire qu'elles n'ont pas été bien sévères ou bien exécutées.

» Quoi qu'il en soit, la Russie étant depuis 1873 entièrement délivrée du choléra, la question de l'efficacité reste pendante.

» Mais du côté de la mer Rouge nous pouvons nous prononcer.

» Les mesures recommandées par la conférence ont, comme on devait s'y attendre, rencontré bien des difficultés dans l'application. L'Angleterre, dans l'Inde, prit en considération le programme qui lui était tracé; des améliorations furent introduites dans l'hygiène des pèlerinages, l'embarquement des pèlerins pour la mer Rouge fut mieux surveillé, une réglementation plus sévère fut appliquée à leur embarquement et aux conditions hygiéniques des navires affectés à leur transport, avec des amendes très fortes pour les capitaines délinquants.

» Il y eut donc du côté de l'Inde anglaise des efforts sérieux pour améliorer la situation. Malheureusement tous les pèlerins ne viennent pas des Indes anglaises proprement dites, et les navires qui les transportent échappent à la loi; d'un autre côté, cette loi n'est applicable que dans les ports anglais et, une fois arrivés dans la mer Rouge, les navires à pèlerins n'y sont plus soumis.

» Il en est de même naturellement des autres, si bien que, quand les pèlerins, après les cérémonies du pèlerinage, viennent à Djeddah ou à Jambo s'embarquer pour l'Égypte, ils deviennnent la proie de trafiquants, qui les entassent sur des

navires dans des conditions horribles d'encombrement, dont les résultats funestes ne tardent pas à se développer. Les personnes curieuses de connaître comment, depuis plus de dix ans, s'est accompli ce retour maritime des pèlerins en Égypte, en trouveront la description navrante dans les Rapports sur le pèlerinage de la Mecque publiés chaque année dans le *Recueil des actes du Comité consultatif d'hygiène.*

» Le Conseil international de Constantinople, ému de cet état de choses, a, dans ces derniers temps, élaboré un règlement analogue au règlement anglais et applicable surtout aux navires à pèlerins.

» Ce règlement a été sanctionné par le Sultan, mais l'application a dû en être différée par suite de difficultés intervenues entre la Porte et le Gouvernement égyptien. Son application sera un grand bienfait.

» Après l'Angleterre, ce fut la Turquie, par l'organe du Conseil sanitaire international qui siège à Constantinople, qui prit à tâche d'exécuter dans la mer Rouge les recommandations de la conférence : des postes sanitaires remplis par des médecins y furent créés ; le pèlerinage de la Mecque fut réglementé au point de vue hygiénique; tout un personnel médical y fut installé, et chaque année une Commission spéciale y fut envoyée de Constantinople.

» Le gouvernement français créa deux postes de médecins sanitaires dans la mer Rouge, l'un à Suez et l'autre à Djeddah.

» Quant au gouvernement égyptien, il fut plus long à se décider. Il se contenta de formuler des règlements, et ce n'est guère qu'en 1869, au moment de l'ouverture du canal de Suez, qu'il se mit en devoir d'exécuter la part d'action qui lui avait été attribuée pour la mise en quarantaine à El-Ouedj des pèlerins revenant de la Mecque. Par bonheur pour l'Égypte et l'Europe, le pèlerinage fut exempt de choléra jusqu'en 1872.

» Dans cette année 1872, pour la première fois, le système défensif de la conférence fut appelé à faire ses preuves :

» Le choléra fit invasion à la Mecque pendant le pèlerinage. Il y avait été importé de la région du Nedj par la route que suivent les pèlerins venant de la Mésopotamie, où la maladie régnait.

» L'épidémie, d'abord assez bénigne, prit une grande extension au moment des cérémonies religieuses et continua ses ravages lors du retour des pèlerins. Ceux à destination de l'Egypte furent transportés à El-Ouedj, où, comme cette année, ils achevèrent de se purifier. Quant aux caravanes, après avoir beaucoup souffert, elles furent, comme d'ordinaire, débarrassées de la maladie après un certain nombre de jours de marche dans le désert. L'Égypte fut entièrement préservée.

» Mais le choléra qui avait régné épidémiquement en Au-

triche en 1873 détermina le gouvernement austro-hongrois à provoquer la réunion, à Vienne, d'une nouvelle conférence sanitaire internationale, à l'effet de reviser l'œuvre de Constantinople.

» Elle se réunit en 1874. Les principaux épidémiologistes de l'Europe en faisaient partie. Hirsch et Pettenkofer y représentaient l'Allemagne; c'est dire que l'œuvre de Constantinople, considérée comme française, y fut examinée sans bienveillance.

» L'épreuve fut triomphante. Toute la partie étiologique de l'œuvre fut purement et simplement confirmée, sans contestation pour ainsi dire.

» Dans la partie étiologique, le système de défense pour prévenir l'invasion du choléra en Europe, soit du côté de la mer Caspienne, soit du côté de la mer Rouge, reçut de même une approbation complète. La discussion ne s'engagea sérieusement que sur la question des cordons sanitaires dans certaines conditions déterminées et sur le maintien des quarantaines maritimes alors que le choléra a envahi le continent européen.

» Le maintien des cordons sanitaires même dans les pays où la disposition des lieux s'y prête ne fut pas admis. Et cependant, plus tard, à l'occasion de la peste d'Astrakhan, les mêmes médecins qui avaient repoussé les cordons sanitaires d'une façon absolue s'empressèrent alors de les rétablir, et cela avec succès.

» Sur la seconde question, les représentants du nord de l'Europe soutenaient que, quand le choléra régnait en Russie, la quarantaine maritime appliquée aux provenances russes dans la mer Baltique et la mer du Nord était inutile, vu la proximité, et qu'il suffisait alors d'une simple revision ou constatation de l'état sanitaire du navire.

» Nous soutenions que la proposition était trop absolue, et qu'il y avait des cas où, le siège de l'épidémie étant très éloigné, une quarantaine maritime pouvait avec avantage être maintenue pour empêcher l'importation à grande distance.

» La conférence se divisa en deux camps, mais un accord intervint pour autoriser chacun à agir selon ses intérêts.

» En fait, nous avions raison : Marseille, en 1873, dut à une quarantaine maritime d'échapper au choléra, qui régnait en Italie. La maladie, importée dans le lazaret, où elle fit de nombreuses victimes, ne se propagea pas à la ville, ni au littoral français.

» Bref, le système de prophylaxie inauguré à Constantinople contre le choléra fut approuvé par la conférence de Vienne.

» Ce système allait, en 1877, être soumis à une seconde épreuve pratique dans la mer Rouge, et cette fois dans des conditions plus défavorables qu'en 1872. Au moment des

cérémonies religieuses du Courban Baïram, au mois de décembre 1877, le choléra, dont l'existence parmi les pèlerins avait été dissimulée par les autorités de la Mecque, éclata tout à coup avec une grande violence parmi la foule réunie à la vallée de Mina.

» La nouvelle en fut transmise en Égypte à l'instant où les pèlerins commençaient à s'embarquer pour le retour.

» L'administration égyptienne, prise au dépourvu, n'eut que le temps d'improviser une quarantaine à El-Tor, station beaucoup plus rapprochée de Suez qu'El-Ouedj, et d'y faire conduire les navires déjà partis de Djeddah.

» Tous les pèlerins y subirent une quarantaine pendant laquelle le choléra s'éteignit entièrement parmi eux; mais ce ne fut pas sans de grandes inquiétudes, sans des évasions dangereuses par la trop grande proximité de Suez. Néanmoins l'Égypte fut encore préservée cette fois. Quant aux caravanes parties de la Mecque, elles souffrirent beaucoup au commencement de leur marche à travers le désert, et, comme l'expérience nous l'avait appris, le choléra les y abandonna bientôt entièrement.

» Les mesures prises à cette occasion ne manquèrent pas de soulever, de la part des trafiquants lésés dans leurs intérêts, les protestations les plus odieuses et les plus mensongères.

» Enfin quatre années s'écoulèrent sans la moindre manifestation de choléra parmi les pèlerins de la Mecque, et pendant lesquelles il va sans dire que les mesures rigoureuses à leur égard furent suspendues. La seule précaution prise contre eux fut une observation de vingt-quatre heures, pour constater leur état sanitaire.

» Enfin nous arrivons à la grande manifestation épidémique de l'année dernière. Elle survenait à un moment où le service sanitaire égyptien était en voie de réorganisation et où le Conseil international d'Alexandrie, investi de pouvoirs nouveaux, travaillait à cette réorganisation.

» Au commencement de septembre 1881, la nouvelle parvint, à Alexandrie, que le choléra régnait à Aden depuis les premiers jours du mois d'août et que le fait avait été dissimulé par les autorités du port d'Aden, qui continuaient à délivrer des patentes nettes. Le Conseil sanitaire international prescrivit immédiatement la mise en quarantaine des provenances d'Aden.

» Au reçu de cette nouvelle, dès le 16 septembre, le danger nous parut très menaçant pour l'Égypte, par suite de la coïncidence du prochain pèlerinage de la Mecque, qui pouvait être contaminé. Aussi, sans attendre, pour agir, d'autres informations plus précises, sur ma demande, appuyée par le Comité consultatif d'hygiène, des ordres furent-ils expédiés d'urgence

par le Gouvernement à nos agents consulaires en Égypte, à l'effet d'appuyer non seulement toutes les précautions prises par le Conseil sanitaire d'Alexandrie, mais d'agir en vue de l'éventualité d'une épidémie de choléra à la Mecque, et d'insister pour que *dès à présent* le lazaret d'El-Ouedj fût mis en état de fonctionner, ou, à défaut, celui de Tor.

» Ces instructions furent expédiées sans retard et fidèlement exécutées. Ce que nous avions prévu arriva ; dès la fin de septembre le choléra s'était manifesté à la Mecque, où il avait été importé, nous l'avons su plus tard, par les pèlerins provenant du même navire qui avait communiqué la maladie à Aden.

» Le choléra ne se manifesta d'abord à la Mecque que par un petit nombre d'attaques; il s'étendit jusqu'à Médine, mais bientôt, comme nous le redoutions, au moment où les pèlerins furent réunis pour les cérémonies religieuses, l'épidémie prit tout à coup un grand développement.

» Le Conseil sanitaire d'Alexandrie, dès l'origine, avait pris des décisions énergiques, mais les moyens d'exécution manquaient et il importait d'être en mesure d'agir pour l'époque du Courban Baïram, c'est-à-dire pour le commencement de novembre. Le gouvernement égyptien manifestait beaucoup de tiédeur et, malgré les décisions favorables prises par le Conseil sanitaire de Constantinople, stimulé par notre représentant, M. le Dr Mahé, le gouvernement turc, par politique, apportait des obstacles par ses agents en Égypte.

» Cependant, dès que l'apparition du choléra à la Mecque eut été signalée, l'administration égyptienne sortit de sa torpeur, et, grâce à l'activité et à l'intelligence de deux hommes, deux Français, M. Guillois, délégué du Consulat au Conseil sanitaire, et M. le Dr Ardoin, inspecteur général du service sanitaire égyptien, les préparatifs furent poussés avec une grande activité, grâce aussi à l'appui qu'ils trouvèrent dans le premier ministre d'alors, Chérif-Pacha.

» M. Guillois se rendit à Tor et à El-Ouedj, pour y étudier la situation, qu'il reconnut très praticable; M. Ardoin fut chargé de la direction du campement d'El-Ouedj et il s'en acquitta avec un grand dévouement, reconnu par M. de Lesseps lui-même.

» Ces deux hommes méritent toute notre reconnaissance, car sans eux le Conseil sanitaire serait probablement resté impuissant.

» Des campements quarantenaires furent prêts à recevoir les pèlerins vers la fin de novembre. Ils y arrivèrent d'abord sur des navires partis de Djeddah dès le 29 novembre, puis successivement par convois échelonnés et plus tard par caravanes.

» Ces derniers, qui avaient fait une longue route, arrivèrent sains de choléra; mais il n'en fut pas de même de ceux transportés sur des navires. Ceux-ci, particulièrement ceux de certains arrivages, apportèrent le choléra dans les campements, qui n'en furent débarrassés entièrement qu'au bout d'un mois environ.

» Voici, pour répondre aux commentaires malveillants, la statistique de la mortalité parmi les pèlerins au campement d'El-Ouedj du 29 novembre au 10 février.

» Dans cette période, 12 000 pèlerins passèrent successivement aux campements d'El-Ouedj, où ils étaient séparés par catégories.

» Sur ce nombre il y eut 304 décès, savoir : 69 par choléra confirmé, 109 par diarrhée suspecte, 126 par maladies diverses. Ce qui donne 178 décès par choléra ou accidents cholériformes.

» Notons qu'une catégorie provenant d'un seul navire, composée de 957 pèlerins, perdit à El-Ouedj 145 personnes, parmi lesquelles 92 par choléra ou diarrhée suspecte.

» On voit par là que, malgré des conditions qui laissent à désirer, le campement d'El-Ouedj n'a pas été désastreux pour les pèlerins, parmi lesquels, en temps ordinaire, la mortalité est toujours très forte à leur voyage de retour.

» Cependant il s'en fallut de peu que la quarantaine n'échouât par le fait de la révolution dite *des Colonels* en Égypte. L'effet s'en traduisit immédiatement par une indiscipline complète parmi les soldats chargés de garder et de protéger les pèlerins.

» Ces soldats se crurent tout permis : ils accaparèrent les vivres et en firent trafic; ils devinrent menaçants et plusieurs médecins furent maltraités par eux. Mais heureusement que la quarantaine touchait à sa fin et que tout danger de contamination avait disparu.

» Indépendamment de cet incident, on a beaucoup parlé de désordres, d'actes arbitraires, même de violations de quarantaine.

» Je ne nie en rien que des irrégularités, que des contraventions aient été commises, mais elles ne pouvaient avoir heureusement aucun effet compromettant au point de vue sanitaire, à raison de la distance à parcourir par terre; seulement j'admets difficilement que M. Ferdinand de Lesseps ait pu commettre la violation de quarantaine dont il s'est accusé devant vous, par la raison que l'Égypte n'était pas en quarantaine. Si le fait avait eu lieu, il me serait impossible de l'en féliciter; mais j'estime qu'il y a erreur de sa part.

» J'arrive aux griefs et aux plaintes des grandes compagnies de paquebots contre les mesures prises à leur égard pendant

la dernière épidémie cholérique, et qui se sont produits à Alexandrie, à Londres et à Paris.

» Ces compagnies se sont plaintes de ce que les formalités sanitaires, à l'égard de leurs paquebots, s'étaient aggravées.

» En effet, à raison du choléra qui menaçait l'Égypte par les provenances de l'Inde, où la maladie régnait, le Conseil sanitaire égyptien prit une résolution qui, vu les circonstances, obligeait ces paquebots à se rendre à Tor, pour y faire constater leur état sanitaire et y débarquer leurs marchandises et leurs passagers. En l'absence de choléra à bord, ceux de ces paquebots qui ne voulaient pas s'arrêter à Tor étaient autorisés à franchir le canal en état de quarantaine.

» Ces paquebots éprouvaient ainsi une gêne dans leurs opérations en Égypte, et en tout cas un très léger retard dans leur voyage. Il y avait certainement quelque chose d'exagéré dans ces mesures; mais il faut tenir compte de la situation critique où se trouvait l'Égypte et de la responsabilité qui pesait alors sur le Conseil sanitaire.

» Quoi qu'il en soit, le Conseil répondit aux plaintes que les mesures en question seraient levées dès que les nouvelles des Indes seraient redevenues favorables.

» A Londres, le gouvernement anglais fit demander à notre Ministre des Affaires étrangères ce que nous pensions de la situation.

» La réponse de notre part ne se fit pas longtemps attendre; elle est consignée dans une Note qui a été soumise au Comité d'hygiène et approuvée par lui.

» Elle concluait que les mesures exceptionnelles prises dans ces derniers temps en Égypte contre les paquebots-poste provenant de l'Inde devait prendre fin avec les circonstances exceptionnelles qui les avaient provoquées, ce qui ne pouvait manquer de se produire très prochainement.

» Il était entendu, pour nous, qu'alors l'état antérieur devait être rétabli, c'est-à-dire que les paquebots-poste provenant des ports indiens seraient, à leur arrivée à Suez, assujettis seulement à une constatation médicale de leur état sanitaire *à dater de leur point de départ,* et que, si le résultat en était satisfaisant, ces paquebots seraient immédiatement admis en libre pratique. Il va sans dire que, dans le cas contraire, la mise en quarantaine leur serait appliquée, selon les circonstances.

» Nous avons appris par les nouvelles les plus récentes que, par décision du Conseil sanitaire égyptien, la levée des mesures exceptionnelles était un fait accompli. Je puis même ajouter que le Gouvernement anglais a complètement adhéré à notre manière de voir.

» Aujourd'hui le pèlerinage est terminé; les pèlerins, après avoir subi toutes les épreuves de la quarantaine, ont rega-

gné leurs foyers sans aucun danger pour la santé publique.

» Nous voilà donc revenus à l'état normal, dans lequel toutes les provenances de l'extrême Orient, de même que celles de la mer Rouge, sont admises en libre pratique à Suez, moyennant qu'il soit établi que ces provenances n'ont pas eu de choléra à bord pendant leur traversée.

» Cet état normal correspond à une phrase de moi, citée dans la communication écrite de M. de Lesseps.

» En résumé, pour nous, facilités aussi grandes que possible quand le navire provenant de loin est reconnu réellement sain; mesures sérieuses contre tout navire infecté ou suspecté de l'être.

» Maintenant, l'Académie remarquera, et c'est un côté bien curieux de l'affaire, que dans sa Note écrite M. de Lesseps arrive à la même conclusion que nous, c'est-à-dire qu'il propose exactement ce qui est la pratique *ordinaire* à Suez. De quoi se plaint-il donc, puisque cette manière d'agir était en vigueur avant les derniers événements pendant lesquels elle avait seulement été interrompue ?

» Je dois supposer que M. de Lesseps a été mal informé, et qu'il a parlé comme s'il était encore question des quarantaines qu'il combattait dans sa jeunesse. J'estime qu'à présent il doit être mieux éclairé.

» Le Conseil sanitaire international d'Alexandrie, dont certains intérêts voudraient se débarrasser, est une institution des plus utiles aux intérêts européens, et dans ces dernières circonstances il a mérité nos éloges; il a pu se tromper sur certains points, mais il n'a rien compromis.

» Ce Conseil venait d'être réorganisé et d'être investi de prérogative, qu'il n'avait pas auparavant; il travaillait à la réorganisation du service quand les événements l'ont surpris dans ce travail qu'il va reprendre. Aujourd'hui le Comité consultatif d'hygiène de France est saisi d'un projet de budget sanitaire élaboré par le Conseil égyptien et qui est aujourd'hui soumis à l'appréciation de tous les gouvernements européens.

» Il ne s'agit de rien moins que de conclure une convention internationale régularisant, comme en Turquie, le fonctionnement du service sanitaire égyptien. Est-ce le moment de le détruire ?

» L'Égypte, vous le savez, traverse en ce moment une crise redoutable, celle du régime dit *des Colonels*, qui menace de détruire toutes les institutions européennes dans ce pays, y compris celles qui ont la santé publique pour objet.

» Dans cette conjecture, n'est-ce pas notre devoir de soutenir ce Conseil, qui représente l'Europe, et de l'améliorer dans son fonctionnement, plutôt que de laisser soumettre les questions sanitaires à un arbitraire favorable à tous les abus. Je soumets

cette question à l'appréciation de l'Académie et à la haute sagacité de M. de Lesseps.

» Par ce simple exposé, que j'aurais voulu rendre plus court et qui cependant est très incomplet, j'espère que l'Académie sera éclairée sur la valeur des griefs portés devant elle par l'organe respecté de M. de Lesseps.

» Je n'y ajouterai qu'une réflexion.

» J'ai la confiance que personne ne trouvera plus, pas même M. de Lesseps, que des mesures sanctionnées par toute l'Europe, appuyées par des savants illustres, membres de cette Académie, au sein du Comité d'hygiène, soient des procédés barbares, contraires au progrès scientifique. Cependant, en faut-il conclure que les mesures actuelles soient à nos yeux l'idéal de la prophylaxie ? Loin de là : j'ai dit mon sentiment à cet égard dans une phrase que M. de Lesseps a rappelée dans sa Communication. Oui, je pense toujours que les quarantaines proprement dites disparaîtront, grâce aux progrès de la science, et seront remplacées par des mesures prophylactiques d'un autre ordre. Qui nous dit que les recherches de M. Pasteur ne conduiront pas à ce résultat ? Mais, en attendant, il est incontestable qu'aujourd'hui, faute de mieux, les quarantaines, appliquées conformément aux données de la science, ont leur raison d'être. »

Dans la séance du 24 avril, M. DE LESSEPS a donné lecture d'un nouveau Mémoire sur les quarantaines à Suez et, sans nier l'utilité de mesures sanitaires de cet ordre, il a insisté sur les inconvénients qui résultent souvent de leur mauvaise application. « Les principes exposés par M. le Dr Fauvel, dit l'illustre académicien, sont les miens et je ne réclame que leur application raisonnée, simple; je ne m'élève, je ne me suis élevé que contre l'arbitraire qui a présidé à l'exécution des mesures sanitaires dernièrement appliquées en Égypte, mesures vexatoires, ruineuses et inutiles. »

Parmi les mesures dont M. de Lesseps signale les inconvénients graves, nous citerons l'interdiction de recevoir à bord un pilote, qui a été étendue à tous navires venant de l'Inde et devant traverser le canal de Suez, que ces navires se soient présentés en suspicion ou non, avec ou sans médecin à bord, avec ou sans passagers, interdiction dont résultent maintes échouages et autres accidents. « Je ne demande pas la suppression des quarantaines, ajoute M. de Lesseps, je ne réclame, pour le moment, dans l'intérêt du commerce universel, que l'application régulière, sérieuse, obligatoire des principes admis. »

La question en litige se trouve donc placée sur le terrain administratif, où nous n'avons pas à la suivre.

Les personnes qui désireraient apprécier par elles-mêmes la valeur des faits sur lesquels repose l'opinion généralement admise au sujet du mode de propagation du choléra et d'autres épidémies contagieuses peuvent consulter avec fruit le livre de M. Fauvel, et, pour avoir des notions plus générales sur la question de l'utilité des mesures de police sanitaire préconisées aujourd'hui, on peut avoir recours à un article sur les quarantaines, publié plus récemment par M. L. Colin dans le *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*

L'ÉCLIPSE TOTALE DU SOLEIL DU 17 MAI 1882.

Le 17 mai prochain, dit M. Flammarion dans la dernière *Revue d'Astronomie populaire*, aura lieu une éclipse totale du Soleil qui ne sera visible que partiellement à Paris. Notre satellite arrivera en contact avec le disque solaire à $6^h 11^m 36^s$ du matin, passera devant lui, et en sortira, dernier contact, à $7^h 33^m 36^s$; la grandeur de cette phase sera de 0,245, en représentant par 1 le diamètre du disque solaire, c'est-à-dire que les habitants de Paris ne verront que le quart du Soleil éclipsé.

La grandeur de l'éclipse augmente à mesure qu'on avance vers le Sud-Est, comme on peut en juger par le petit Tableau suivant :

Grandeur de l'éclipse.

Brest	0,192
Paris	0,245
Bordeaux	0,284
Lyon	0,313
Toulouse	0,321
Marseille	0,360
Alger	0,457

L'ombre de la Lune tombe directement sur l'Afrique : à l'heure où nous verrons à Paris le Soleil au quart éclipsé, les habitants du Soudan assisteront à une éclipse totale. La ligne de l'éclipse centrale traverse l'Afrique, le Sahara, la Lybie, l'Égypte, l'Arabie, la Perse, le Turkestan et la Chine. L'éclipse totale commencera à $6^h 2^m$ (heure de Paris) chez les habitants du Soudan occidental; pour eux, ce sera au lever du Soleil. Elle arrivera à midi pour les Turcs de Boukhara (ce sera à $7^h 50^m$ de Paris), et elle finira au coucher du Soleil pour les pêcheurs japonais du Pacifique et les insulaires de la mer Bleue (il ne sera en ce moment que $9^h 28^m$ du matin à Paris). La ligne de totalité passe près de Téhéran et de Shanghaï. Ainsi, comme l'ombre d'un nuage qui court sur les campagnes, mais avec une vitesse beaucoup plus grande, l'ombre de notre satellite aura voyagé, en trois heures vingt-six minutes, de l'Afrique à l'extrémité de l'Asie, et aura parcouru 14800^{km}

avec une vitesse de 71^{km} par minute ou de 4260^{km} à l'heure.

Ce jour-là, la Lune sera vers sa distance moyenne de la Terre, car elle passe à son périgée le 12 et à son apogée le 24; son éloignement sera de 384000^{km}, et son diamètre apparent de 32′ 18″ pour le pays et l'heure de la totalité maximum. Le Soleil sera vers sa plus grande distance, car on sait que la Terre arrive à son périhélie le 1er janvier et à son aphélie le 1er juillet; son éloignement sera de 149700000^{km}, et son diamètre de 31′ 41″. La différence des deux diamètres s'élèvera à 37″; c'est assurément bien peu (car c'est une différence de $0^{m},004$ sur un cercle de $0^{m},19$ de diamètre); mais c'est assez pour que le disque éblouissant de l'astre du jour soit absolument couvert par l'écran noir de l'astre des nuits, et pour que l'éclipse soit totale pour les pays situés juste sous le passage de l'ombre de la Lune. La durée de l'obscurité totale sera de une demi-minute pour les indigènes de l'Afrique centrale qui habitent au-dessus du lac Tchad, d'une minute entière pour les Nubiens du nord de Selimah; elle surpassera une minute pour la zone égyptienne qui passe à 100^{km} au sud de Siout, atteindra une minute et demie vers Bagdad, et cent dix secondes, son maximum, vers Boukhara; puis cettedurée ira en diminuant jusqu'aux extrémités du passage de l'ombre, en Chine et au Japon.

La largeur du cône d'ombre de la Lune, au point où il rencontre la surface du globe terrestre, est toujours très faible; dans le cas spécial de l'éclipse prochaine, elle ne surpassera pas 21^{km}. Une éclipse peut être totale pour un point de Paris et seulement partielle pour un autre point : totale, par exemple, pour l'Observatoire, et partielle pour Montmartre. Il n'en est pas de même des éclipses de Lune, qui se montrent sous le même aspect à tous les pays de la Terre qui ont la Lune levée au-dessus de leur horizon.

Les éclipses totales de Soleil sont extrêmement rares pour un lieu déterminé. Ainsi, la dernière qui ait été visible à Paris est celle du 22 mai 1724 : la totalité dura $2^{m}\frac{1}{4}$; les étoiles brillèrent, Mercure et Vénus se montrèrent près du Soleil. Il n'y a eu, depuis, aucune éclipse totale passant sur Paris, et nous n'en aurons pas avant l'an 2026. A Londres, la dernière éclipse totale est celle de 1716, et la prochaine n'arrivera qu'en 2090. La dernière dont la ligne d'ombre totale ait traversé la France est celle du 8 juillet 1842, qui fut totale pour Montpellier, Perpignan et une large zone du midi de la France. La dernière dont la totalité ait été un peu proche de la France est celle du 22 décembre 1870, qui a été centrale en Algérie, et dont la phase a atteint $\frac{83}{100}$ à Paris. La plus prochaine dont la totalité ne soit pas très éloignée de notre pays est celle du 19 août 1887, qui sera totale en Russie et en Autriche; celle du 9 août 1896

sera totale en Allemagne, et celle du 28 mai 1900 totale en Espagne.

La plus prochaine grande éclipse de Soleil visible à Paris n'arrivera qu'en 1912; elle sera presque totale. Les dernières éclipses importantes pour Paris ont été l'éclipse annulaire du 9 octobre 1847, et les éclipses partielles des 28 juillet 1851 ($\frac{90}{100}$), 15 mars 1858 ($\frac{90}{100}$), 18 juillet 1860 ($\frac{85}{100}$) et 22 décembre 1870 ($\frac{83}{100}$).

Sans offrir l'intérêt ni l'importance des éclipses totales, les éclipses *annulaires* n'en sont pas moins curieuses : le disque noir de la Lune, alors un peu plus petit que le disque du Soleil, vient se placer juste devant lui, en laissant déborder un anneau lumineux : c'est un spectacle magique, que l'on aimerait à voir se prolonger quelque temps, mais que l'inexorable mouvement des cieux ne laisse rayonner qu'un instant dans sa régulière splendeur. Nous en avons eu deux à Paris depuis le XVIIᵉ siècle, celle du 19 mars 1764 et celle du 9 octobre 1847.

Les éclipses de Soleil et de Lune sont soumises à un cycle régulier de 18 ans et 11 jours. Ainsi, l'éclipse totale du 17 mai prochain est la même que celle du 5 mai 1864, et elle se reproduira le 28 mai 1900. Seulement elles n'arrivent ni aux mêmes heures ni aux mêmes lieux, et ne sont pas visibles des mêmes pays. Elles ne sont pas non plus identiques à elles-mêmes quant aux diamètres du Soleil et de la Lune, et telle éclipse, aujourd'hui totale, peut n'être qu'annulaire en l'un de ses retours : c'est précisément le cas pour celle-ci, qui n'a été qu'annulaire en 1864.

On sait, dit également le Journal *Ciel et Terre*, publié par les astronomes de l'Observatoire de Bruxelles, que c'est pendant un phénomène analogue, en 1878, que Watson et Swift ont cru découvrir deux planètes intra-mercurielles.

L'éclipse totale de cette année sera mise à profit pour décider de l'existence de ces astres. A cet effet, M. Swift et d'autres astronomes américains sont en route pour l'Égypte.

L'Angleterre enverra probablement, dans cette contrée, différentes missions pour étudier la couronne solaire et les appendices lumineux qui rayonnent autour du Soleil pendant son obscurcissement. C'est dans le même but qu'une mission française est envoyée en Égypte, aux frais de M. Bischoffsheim de Paris, dont les libéralités pour l'avancement de la Science astronomique sont universellement connues. Cette mission aura M. Thollon pour principal observateur.

Le Gérant, E. Cottin.
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7340. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

14 MAI 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 111.

SÉANCE GÉNÉRALE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE, TENUE LE 13 AVRIL. ALLOCUTION DE M. LE PRÉSIDENT.

Mesdames et Messieurs,

La gestion des affaires de l'Association est confiée, comme vous le savez, à un Conseil composé de soixante membres, nommés au scrutin secret par les Sociétaires et renouvelables par tiers chaque annnée. C'est également par ce mode de suffrage que le Président et les autres membres du bureau sont désignés annuellement. Aucune dépense ne peut être faite sans l'autorisation du Conseil. Le Président est chargé de l'exécution des décisions du Conseil et une Commission spéciale constate nos recettes et nos dépenses, inspecte les livres de notre agent comptable, vérifie mensuellement l'état de notre caisse et présente au Conseil, à la fin de mars, un Rapport détaillé contenant : 1° les comptes définitifs de l'exercice de l'année financière expirée au 1er avril précédent; 2° des renseignements provisoires sur la situation de l'Association pendant l'année courante. Enfin le Conseil statue sur la clôture des comptes de l'année précédente et détermine l'emploi des sommes disponibles.

Dans sa séance du 28 mars dernier, le Conseil a entendu le Rapport de la Commission financière présenté par M. Ploix et en a approuvé les conclusions. Par conséquent, les comptes pour l'année expirée le 1er avril 1881 ont été arrêtés par le Conseil, et, conformément à notre règlement, votre Bureau a l'honneur de les placer sous vos yeux. Je craindrais d'abuser de vos moments si j'en donnais ici lecture, mais ils sont à la disposition de tous les membres de l'Association qui voudront en prendre connaissance. Je vous demanderai seulement la permission d'appeler votre attention sur quelques-uns des principaux faits consignés dans le Rapport de la Commission des fonds.

Pour l'année comprise entre le 1er avril 1880 et le 1er avril 1881, l'Association a reçu 29057fr,12.

Les dépenses se sont élevées à la somme de 22387fr,09 et elle devait conserver en caisse une somme de 1000fr pour le payement éventuel de subventions votées d'une manière conditionnelle pour l'observatoire météorologique du mont Ventoux et pour la publication des recherches de M. Sirodot sur les éléphants fossiles du mont Dol.

Le boni réalisé était donc de 5650fr,03.

Un reliquat de 27fr,41, provenant de l'exercice antérieur, était resté en caisse; par conséquent, la somme totale non employée s'élevait à 5677fr, 44, et, par décision du Conseil, cette somme a été capitalisée par l'acquisition d'une inscription de rente sur l'État de 200fr en 3 pour 100.

L'Association possède aujourd'hui en rentes 3 pour 100 un revenu annuel de 4310fr, qui a coûté 106827fr,40; au cours actuel de la Bourse, il représente un capital d'environ 120500fr.

Les dépenses de l'exercice dont j'ai l'honneur de rendre compte se décomposent de la manière suivante :

	fr
Pour subventions à divers savants, médailles et instruments	5265,80
Pour les conférences scientifiques et littéraires............	3063,08
Pour l'impression du Bulletin hebdomadaire..............	10381,01
Pour les frais d'administration............................	8677,17
Total.....	22387,09

L'Association a décerné douze médailles à des marins pour des observations météorologiques faites en mer [1] et, à titre d'encouragement à l'étude des sciences, trois médailles aux élèves des lycées de Paris qui, au concours général, ont remporté les premiers prix en Mathématiques élémentaires, en Physique et en Chimie. Ces jeunes lauréats sont MM. Thomas, Audoyer et Farjasse.

Une subvention de 500fr a été accordée à M. Tatin pour la construction d'instruments destinés à l'étude du mécanisme du vol chez les oiseaux.

Pareille somme a été accordée à M. de Folin pour la continuation de ses recherches sur la zoologie sous-marine dans la fosse du Cap-Breton, près Biarritz.

Une somme de 1000fr a été mise à la disposition de M. Grignet pour la publication de l'ouvrage dans lequel cet auteur rend compte des conférences faites à l'Association pendant les années 1878, 1879 et 1880.

Une somme de 300fr a été offerte à l'Académie d'aérostation

[1] Voir le *Bulletin* n° 58 de la deuxième série.

scientifique comme témoignage de l'intérêt que l'Association prend aux travaux de cette Société.

Un actinomètre de la valeur d'environ 200fr a été donné à M. Masure pour la continuation de ses observations météorologiques à Orléans.

Enfin la somme de 1716fr,55 a été employée pour l'acquisition d'instruments météorologiques destinés à diverses observations.

Conformément à nos règlements, les comptes pour l'année financière expirant au 31 mars dernier ne seront arrêtés qu'à pareille époque l'année prochaine; mais, à titre de renseignement provisoire, je puis ajouter que la somme de 4091fr,55 a été employée pour allocations diverses, achat d'instruments et acquisition de médailles, et qu'un crédit de 4000fr a été ouvert pour subvenir aux frais occasionnés par nos conférences.

Nos cotisations rentrent de la manière ordinaire et nous pouvons prévoir que, lors de la clôture de l'exercice, le boni capitalisable ne sera pas moindre que par le passé.

Enfin je dois faire mention des dispositions testamentaires de M. Des Roziers, qui a légué généreusement à notre Association 5000fr. Cette somme n'est pas encore encaissée, mais ne tardera pas à l'être.

Vous voyez, Mesdames et Messieurs, que la situation financière de l'Association est satisfaisante, et l'assiduité avec laquelle vous avez assisté à nos nombreuses conférences prouve que nos réunions vous paraissent être utiles et agréables. Pendant l'été, comme d'ordinaire, elles seront interrompues; mais l'hiver prochain le Conseil de l'Association se propose de vous y convier de nouveau.

Dans un des prochains numéros du *Bulletin* nous donnerons le résultat du dépouillement du scrutin.

Emploi de la photographie instantanée pour l'analyse des mouvements chez les animaux; Note sur les expériences exposées devant l'Académie des Sciences par M. **Marey**.

Mes premières expériences sur la locomotion étaient faites au moyen de la chronographie; elles traduisaient fidèlement les rythmes des allures de l'homme et des animaux, c'est-à-dire l'instant et la durée des appuis de chaque membre sur le sol. Plus tard, par une méthode déjà plus délicate, j'inscrivais les phases d'élévation et d'abaissement des ailes d'un oiseau qui vole, la trajectoire décrite dans l'espace par la pointe de l'aile, les changements du plan alaire, les oscillations du corps dans leurs rapports avec les mouvements du vol.

Les renseignements donnés par la méthode graphique étaient d'une grande précision; ils corrigeaient bien des erreurs d'observation et résolvaient certaines questions litigieuses de mécanique animale; mais les notions fournies par cette méthode étaient encore incomplètes. Ainsi, en ce qui concerne les allures du cheval, j'ai essayé de faire représenter les attitudes de cet animal à différents instants du pas de chaque allure; or, les figures faites d'après les données de la chronographie, parfaitement correctes pour la position des membres à l'appui, présentaient parfois des incorrections pour celle des membres au levé. J'en eus la preuve lorsque parurent les belles photographies instantanées de M. Muybridge, de San-Francisco, l'image d'un cheval saisie en $\frac{1}{500}$ de seconde donnant, même aux allures les plus rapides, l'attitude réelle presque aussi nettement que si l'animal eût été immobile.

Le Journal *la Nature* venait de publier quelques-unes des figures de M. Muybridge; je m'empressai d'écrire au rédacteur en chef, mon ami G. Tissandier, pour lui exprimer mon admiration pour ces belles expériences et pour le prier d'engager leur auteur à appliquer la photographie instantanée à l'étude du vol des oiseaux. J'émettais alors l'idée d'un fusil photographique à répétition, analogue au revolver astronomique imaginé par notre confrère M. Janssen pour observer le dernier passage de Vénus. Ce fusil donnerait une série d'images successives prises à différents instants de la révolution de l'aile. Enfin, ces images, disposées sur un phénakisticope de Plateau, devraient reproduire l'apparence du mouvement des animaux ainsi représentés.

Cette lettre me valut, de la part de M. Muybridge, l'envoi d'une collection de ses belles photographies, et l'assurance qu'il appliquerait ses appareils à l'étude du mécanisme du vol; en outre, différents auteurs adaptèrent à des zootropes, soit des figures construites d'après mes notations chronographiques, soit les images obtenues par le célèbre photographe américain, et obtinrent ainsi une représentation saisissante d'animaux en mouvement (1).

Au mois de septembre dernier, M. Muybridge vint à Paris, apportant une riche collection de photographies instantanées qui représentaient, non seulement le cheval à diverses allures,

(1) Parmi les auteurs qui ont réalisé des zootropes avec les photographies instantanées, on doit citer M. Muybridge lui-même; en France, M. Mathias Duval, professeur d'anatomie à l'École des Beaux-Arts, et le colonel Duhousset; en Hongrie, M. Ziekly, professeur à l'École des Beaux-Arts de Buda-Pest; enfin, en Angleterre, plusieurs industriels vendaient, l'an dernier, des zootropes formés avec les figures que M. Muybridge a publiées.

mais l'homme se livrant à différents exercices : la course, le saut, l'escrime, la lutte, etc. Dans la collection de M. Muybridge, il y avait aussi quelques photographies d'oiseaux au vol, mais ce n'était plus, comme pour l'homme ou le cheval, la représentation d'attitudes successives : c'étaient des images analogues à celles que M. Cailletet avait obtenues quelques années auparavant et montrant les ailes de l'oiseau dans une position unique, tantôt en élévation, tantôt en abaissement ou dans quelque phase intermédiaire. Ces photographies étaient cependant fort intéressantes : elles vérifiaient ce que la méthode graphique m'avait fait saisir relativement au mécanisme du vol, mais surtout promettaient des renseignements précieux, si l'on pouvait obtenir des images en série, comme M. Muybridge l'avait fait pour l'homme et pour les quadrupèdes.

Je résolus de consacrer cet hiver à réaliser mon ancien projet de fusil photographique. Le procédé au gélatinobromure d'argent me faisait espérer des images assez nettes avec un temps de pose très court, mais la vitesse avec laquelle devaient se répéter les mouvements qui présenteraient au foyer de l'objectif des points différents de la plaque sensible entraînait certaines difficultés dans la construction de l'instrument. Il fallait, en effet, recueillir au moins dix ou douze images par seconde, afin d'avoir plusieurs attitudes de l'oiseau à chaque révolution de son aile. En outre, cette vitesse m'était imposée par le projet que j'avais formé de disposer la série d'images obtenues dans un phénakisticope, afin de reproduire l'apparence des mouvements du vol de l'oiseau; car on sait que la faible durée de la persistance des images sur la rétine nécessite une répétition fréquente des apparitions lumineuses pour donner à notre œil une sensation continue.

Je réussis à construire, dans les dimensions d'un fusil de chasse, un appareil qui photographie douze fois par seconde l'objet que l'on vise; chaque image n'exige, comme temps de pose, que $\frac{1}{720}$ de seconde.

Le canon de ce fusil est un tube qui contient un objectif photographique. En arrière, et solidement montée sur la crosse, est une large culasse cylindrique, dans laquelle est contenu un rouage d'horlogerie. Quand on presse la détente du fusil, le rouage se met en marche et imprime aux différentes pièces de l'instrument le mouvement nécessaire. Un axe central, qui fait douze tours par seconde, commande toutes les pièces de l'appareil. C'est d'abord un disque opaque et percé d'une étroite fenêtre. Ce disque forme obturateur et ne laisse pénétrer la lumière émanant de l'objectif que douze fois par seconde, et chaque fois pendant $\frac{1}{720}$ de seconde. Derrière ce premier disque, et tournant librement sur le

même arbre, s'en trouve un autre qui porte douze fenêtres et en arrière duquel vient s'appliquer une glace sensible, de forme circulaire ou octogonale. Ce disque fenestré doit tourner d'une manière intermittente, de façon à s'arrêter douze fois par seconde en face du faisceau de lumière qui pénètre dans l'instrument. Un excentrique placé sur l'arbre produit cette rotation saccadée, en imprimant un va-et-vient régulier à une tige à cliquet qui saisit à chaque oscillation une des dents qui forment une couronne au disque fenestré.

Un obturateur spécial arrête définitivement la pénétration de la lumière dans l'instrument aussitôt que les douze images ont été obtenues. D'autres dispositions ont pour but d'empêcher la plaque sensible de dépasser par sa vitesse acquise la place où le cliquet l'amène, et où elle doit être parfaitement immobile pendant la durée de l'impression lumineuse.

On fait la mise au point en allongeant ou en raccourcissant le canon, ce qui déplace l'objectif en avant ou en arrière; enfin, on vérifie cette mise au point en observant, par une ouverture faite à la culasse du fusil, la netteté de l'image reçue sur un verre dépoli.

Une *boîte à escamoter,* de forme circulaire, analogue à celles qui existent déjà dans le commerce, me sert à loger vingt-cinq plaques sensibles et à les faire passer dans le fusil sans qu'elles soient exposées à la lumière.

Avant d'appliquer cet instrument à l'étude du vol, je le soumis à certaines épreuves expérimentales, et les résultats que j'obtins furent satisfaisants.

On dispose, par exemple, une flèche noire sur un axe central, autour duquel elle tourne en se détachant sur un fond blanc bien éclairé par le soleil. La vitesse de rotation de la flèche est telle que ses extrémités parcourent environ 5^m par seconde, ce qui représente six tours. Le tireur, placé à 10^m, vise le centre de la cible sur lequel on n'aperçoit rien qu'une légère teinte grise générale, à cause de la vitesse de rotation. La plaque sensible, une fois développée, montre douze images disposées circulairement. Sur chacune d'elles la flèche se voit, avec son ombre portée, à peu près aussi nettement que si elle eût été immobile.

Une autre fois je photographiai un pendule noir oscillant au devant d'une règle blanche portant des divisions. Le pendule battait les secondes, et j'obtins, en effet, douze images représentant les positions successives occupées par le pendule aux différentes phases d'une oscillation complète.

Pour plus de sûreté dans la mesure des durées, j'adaptai au fusil un appareil chronographique formé d'une capsule à air qui reçoit un choc à chacun des déplacements de la plaque sensible; un tube de caoutchouc relie cette capsule à un ap-

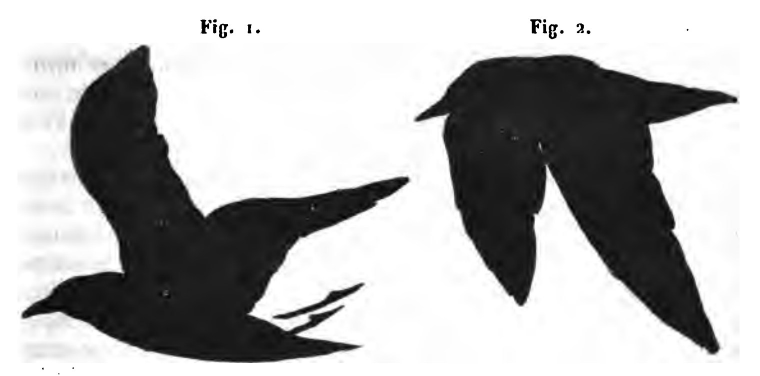
pareil inscripteur qui trace sur un cylindre tournant, en même temps qu'un chronographe ou qu'un diapason d'un nombre de vibrations connu. De cette manière, la durée de l'impression lumineuse et l'intervalle de temps qui sépare les images sont mesurés avec une précision satisfaisante.

Après ces expériences d'essai, j'abordai la photographie d'animaux en mouvement. On voit sur les épreuves une mouette qui vole. Sur d'autres, j'ai obtenu l'image de mouettes volant en plein travers; comme l'oiseau donnait exactement trois coups d'aile par seconde, on trouve dans les douze figures quatre attitudes successives qui se reproduisent périodiquement.

Les ailes sont d'abord élevées au maximum, puis elles commencent à s'abaisser; dans l'image suivante, elles sont au plus bas de leur course, et dans la quatrième elles se relèvent. Une nouvelle série pareille de mouvements revient alors, et ainsi de suite.

En agrandissant ces figures, on obtient des images visibles à distance, mais dont la netteté laisse encore à désirer; car mes clichés négatifs sont légèrement grenus, ce que j'attribue à mon peu d'expériences des procédés photographiques. La reproduction de ces images par l'héliogravure ne donne qu'une silhouette noire (*fig.* 1 et 2). Il ne faudrait pas croire, toute-

Fig. 1. Fig. 2.



Début de l'abaissement de l'aile. Fin de l'abaissement de l'aile.

fois, qu'on ne puisse jamais obtenir un certain modelé dans les images. J'ai placé sous un microscope à faible grossissement des négatifs obtenus avec une mise au point bien exacte : sur ces clichés, qui représentent l'oiseau vu d'en haut, on peut aisément compter les rémiges et saisir l'imbrication de ses plumes.

Si l'on dispose des photographies d'oiseaux sur un phénakisticope, on reproduit bien l'apparence des mouvements du vol, mais les images correspondant à chaque révolution de l'aile sont encore trop peu nombreuses pour se bien prêter à

l'analyse des mouvements du vol : il faudra donc en augmenter le nombre. On y peut arriver, par exemple, en doublant la vitesse du mouvement de la plaque et des obturateurs, ce que j'ai pu faire avec ce même fusil, tout en ayant encore assez de lumière pour la production des images : la durée de l'éclairage de la plaque n'était alors que de $\frac{1}{1400}$ de seconde; encore l'objectif employé n'était-il pas des plus rapides.

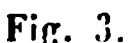
En photographiant l'oiseau dans d'autres conditions, par exemple lorsqu'il s'éloigne de l'observateur ou qu'il s'en rapproche, lorsqu'il est vu par en dessous ou par en dessus, on obtient d'autres renseignements sur le mécanisme du vol; ainsi on observe aisément les changements d'inclinaison du plan de l'aile, l'inflexion des rémiges sur la résistance de l'air, les mouvements par lesquels le corps se porte en avant pendant l'abaissement de l'aile, en arrière pendant l'élévation.

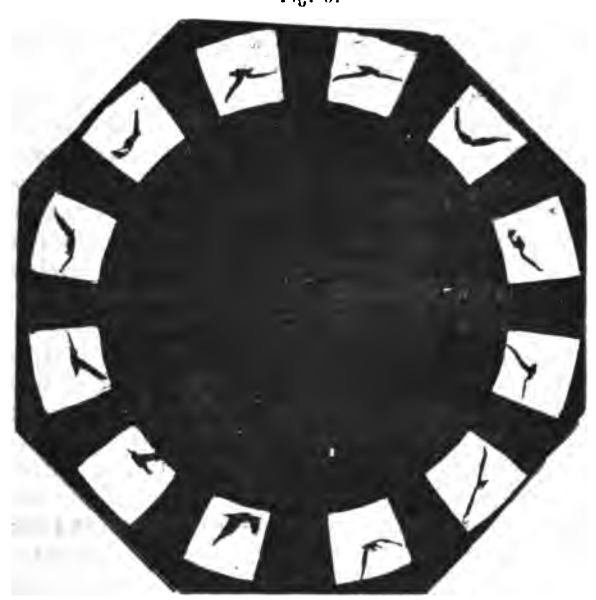
J'ai déjà comparé, à cet égard, les renseignements donnés par la photographie à ceux que m'avait autrefois donnés la méthode graphique, et j'ai obtenu ainsi la confirmation des points principaux que je croyais avoir établis par la première de ces méthodes. Il ne paraît pas douteux que les images photographiques n'ajoutent beaucoup de connaissances nouvelles à celles que nous avons sur le mécanisme du vol. J'attends, pour émettre à cet égard une opinion fondée, d'avoir recueilli les éléments nécessaires, c'est-à-dire un grand nombre d'images d'oiseaux d'espèces différentes, exécutant le vol ramé ou le planement, soit en temps calme, soit avec du vent souflant dans des directions variées.

La chauve-souris est difficile à photographier, à cause de son vol capricieux, de sa petite taille et de l'heure tardive à laquelle elle se montre. Mes meilleures plaques ne m'ont donné que cinq ou six images sur les douze changements de position de la plaque photographique; encore ces images étaient-elles parfois sur la limite du champ de l'instrument. Les rares expériences que j'ai pu faire sur cet animal m'ont toutefois montré certains faits intéressants. On voit, sur les photographies (*fig.* 3), que l'angle d'oscillation des ailes de la chauve-souris est très étendu, surtout par en bas où, à la limite de leur abaissement, les deux ailes forment deux plans verticaux, sensiblement parallèles. On constate en outre que la chauve-souris peut voler malgré l'ablation d'une notable étendue de la membrane de ses ailes, pourvu que la partie restante corresponde aux espaces interdigitaux. Ainsi, parmi les images que j'ai recueillies, il en est une qui se retrouve plusieurs fois : il s'agissait d'une chauve-souris dont l'humérus et l'avant-bras apparaissent entièrement dépourvus de membranes; à l'extrémité de l'aile on voit seulement une sorte de petit éventail formé des membranes

interdigitales. L'aile ainsi mutilée exécute des mouvements beaucoup plus étendus que celle qui est intacte.

Le fusil photographique se prête également à l'étude du mouvement de différentes espèces d'animaux : j'ai photographié des chevaux, des ânes, des chiens, des hommes à pied ou


Fig. 3.



sur des vélocipèdes; mais je n'ai pas donné suite à ces expériences : elles rentrent dans le programme que M. Muybridge remplit avec tant de succès. Je me propose surtout d'étudier au moyen de la photographie le mécanisme du vol chez les diverses espèces animales. On entrevoit déjà qu'aux différentes formes des oiseaux et des insectes correspondent des différences dans la manière de voler; or rien ne paraît plus propre à éclairer le mécanisme du vol que cette comparaison de la fonction avec la conformation des organes chez les différentes espèces.

Note sur la hauteur barométrique du 17 janvier 1882 dans le midi moyen de la France, par M. Viguier.

La grande hauteur barométrique mesurée à l'Observatoire de Paris en 1821, et que M. Renou a rapprochée de celle du 17 janvier dernier, fut étudiée par plusieurs savants météorologistes méridionaux, et en particulier par Gergonne et d'Hombres-Firmas, l'un et l'autre bien connus de l'Institut, mais, on doit le dire, à des titres bien différents. Ce dernier, à l'exemple

et sous la direction de Ramond, effectua dans le Gard des travaux analogues à ceux que le célèbre préfet du Puy-de-Dôme réalisa d'abord dans les Pyrénées et ensuite dans le département où il avait été envoyé, disait-il, *par lettre de cachet*. Au point de vue de l'exactitude des observations que nous avons à signaler, nous rappelons ici celles de cet illustre maître. Les unes et les autres peuvent d'ailleurs être rapprochées de celles que l'on exécutait à Paris, puisque les instruments étaient comparés à ceux de l'Observatoire royal, et qu'enfin le plan d'observation était adopté par les savants de l'époque (¹).

Pour la hauteur du 6 février 1821, réduite au niveau de la mer, Gergonne trouva $782^{mm},86$. Le maximum du 17 janvier dernier, observé vers 10^h du matin à la Faculté des Sciences, fut trouvé égal à $784^{mm},50$; j'observai exactement la même hauteur dans la matinée du 10 à 11^h et aussi le lendemain à 9^h, après une petite oscillation de $1^{mm},50$: cette dernière reste donc, sans la moindre incertitude, la plus grande hauteur barométrique mesurée dans ce siècle à Montpellier. L'inverse s'est produit à Alais : la mesure de 1821, faite à l'altitude de $131^m,60$, donna $769^{mm},82$, tandis que le maximum de janvier, obtenu le 16 à 9^h du soir, a été de $768^{mm},50$ seulement, et cela encore sans incertitude. Il est, en effet, fort intéressant de savoir que les dernières observations ont été faites à plus de soixante ans d'intervalle par M. C. d'Hombres, avec les instruments qui avaient servi pour les premières, instruments restés d'ailleurs à la place que son père avait parfaitement déterminée. C'est donc une série d'observations presque séculaire, obtenue sur le versant oriental de l'Aigoual, que peuvent utiliser les amis de la Science qui, à l'exemple d'Émilien Dumas, poursuivent dans la même région des études de Climatologie, de Statistique ou d'Histoire naturelle. D'Hombres-Firmas signala encore le minimum exceptionnel de $718^{mm},90$, observé le 24 décembre de la même année : ce qui porte à $50^{mm},90$ la variation totale de la colonne barométrique dans l'intervalle. En décembre 1823, survint encore l'abaissement plus considérable $713^{mm},21$. Ajoutons, en passant, que le premier n'est pas sans importance dans l'histoire de la Météorologie. A la suite, en effet, de la discussion des observations que Brandes put recueillir par la voie des journaux scientifiques, ce météorologiste arrivait à conclure qu'une cause inconnue de diminution de pression avait passé sur l'Europe et que la tempête qui en était résultée avait été centripète. Doves, de son côté,

(¹) Voir les *Annales de Chimie et de Physique* des années 1818, 1820, 1822.

pour mettre d'accord les faits avec l'observation, admettait que dans le tourbillon la direction de la vitesse du vent correspondait à celle de la tangente au cercle décrit et non à celle du rayon.

En 1840, après trente-cinq ans d'observation, d'Hombres-Firmas constate dans son Rapport qu'il n'a pas observé de plus grande variation barométrique depuis le commencement du siècle. Mais le savant, dont Arago disait que *jamais correspondant ne mieux correspondit,* n'en était pas resté là. Dès 1821 il avait cru devoir consigner dans une notice particulière des résultats qui avaient attiré l'attention de tous les météorologistes de l'Europe. Il put même y faire figurer d'autres grands mouvements de la colonne barométrique observés simultanément à des distances considérables : à Paris, Toulouse, Genève et Turin. La marche des cinq baromètres, dans le voisinage du maximum et du minimum, se trouve indiquée par des tracés graphiques dans ce travail, qui fut envoyé à l'Académie, à la Société philomathique et imprimé dans la *Bibliothèque universelle* de Genève. « Ces grandes variations, disaient alors les savants rédacteurs, tiennent à quelque cause jusqu'à présent inconnue, qui agit avec une extrême rapidité et presque simultanément sur une vaste étendue tant horizontale que verticale. » C'était l'opinion de notre observateur languedocien qui, dans sa discussion, ne peut découvrir la marche générale du phénomène et expliquer ses diverses manifestations, tout en reconnaissant la concordance des variations barométriques avec les phénomènes de l'atmosphère. Aujourd'hui que les correspondances météorologiques, qu'il réclamait avec tant d'insistance, sont établies sur une si grande échelle, nous connaissons toutes les irrégularités qui peuvent survenir dans la marche des basses ou des hautes pressions, dans la figure des isobares, et nous ne nous arrêterons pas davantage, à toutes les circonstances, aux inégalités signalées dans le même Rapport.

A part ce que nous savons déjà sur l'utilité de pareilles études, surtout si, dans un but spécial, on arrive à réunir des éléments assez nombreux pour étudier tout ce qui se rapporte à l'allure des cyclones et des anticyclones pour une région déterminée, j'ai pu faire une remarque intéressante aux environs du 17 janvier. Tandis que nous reconnaissions que les Alpes ne paraissaient pas avoir une grande influence sur la grandeur des maxima observés au pied des deux versants, le rapprochement des indications de deux baromètres situés de part et d'autre des Cévennes du Gard nous a permis de reconnaître une hausse de 2^{mm} qui, dans la vallée de la Dourbie, s'est montrée comme une véritable perturbation dans les journées des 15, 16 et 17, pour se terminer le 18 et laisser

aux deux instruments leur marche relative habituelle. On ne saurait donc toujours se plaindre du trop grand nombre d'observations; il est clair, par exemple, comme l'a formulé le capitaine Hoffmeyer dans notre Congrès international, qu'elles sont insuffisantes quand il s'agit d'étudier la marche des isobares. Ici seulement, comme toujours, il importe alors que le but soit bien défini.

Le fait particulier que je viens de rappeler paraît s'accorder avec les données fournies par le bulletin du Bureau central. Ainsi, dans les journées du 16 et du 17, l'isobare de 785^{mm} correspond sensiblement à la ligne des Cévennes méridionales, alors que celle de 780^{mm} coupe, à peu près par le milieu, le bassin occidental de la Méditerranée, limité dans son ensemble, vers l'est, par celle de 775^{mm}, qui comprend encore le nord de l'Algérie. Il est clair que de grandes pressions barométriques ainsi réparties doivent tendre à modifier un peu la figure d'équilibre de notre mer intérieure. Mais il n'est pas à dire cependant que d'autres causes perturbatrices ne doivent parfois intervenir. Déjà des marins et des ingénieurs de la fin du dernier siècle avaient constaté que les vents d'Est finissent par découvrir la côte de Syrie d'un pied ou d'un pied et demi, pour recouvrir de la même quantité celle d'Espagne et de Provence; tandis que, à la suite du règne du vent d'Ouest, l'inverse se produit. On citait l'effet plus sensible encore des vents d'Est amoncelant les eaux de l'Atlantique dans le golfe du Mexique, de manière à y élever les eaux de plusieurs pieds. On admettait même généralement que, pour les lacs et les étangs d'une certaine étendue, des vents soufflant pendant deux ou trois jours, du même point, occasionnent à l'extrémité opposée une espèce de reflux de deux ou trois pieds de hauteur. Des observateurs, Volney entre autres, citent l'élévation de 26 pouces qu'ils ont vue se produire dans les eaux du port de Marseille par les vents d'Est, et ils signalent le phénomène inverse qui se produit par les vents d'Ouest ou de Sud-Ouest sur les côtes de Syrie et d'Égypte, où les ingénieurs français ont trouvé jusqu'à 31 pouces de variation. A notre époque, de savants observateurs ne sont pas moins explicites. Nous lisons, par exemple, dans les Instructions nautiques du contre-amiral Mouchez : « Sur les côtes de l'Algérie la hauteur du niveau de la mer n'est influencée que par la direction du vent; ce niveau monte avec les vents d'Ouest et baisse avec les vents d'Est; la plus grande différence peut s'élever de $0^{m},60$ à $0^{m},80$ centimètres. Ces mouvements de hausse ou de baisse précédent souvent l'arrivée du vent qui les produit et peuvent servir dès lors à les prévoir. Dans certains ports, abrités des vents d'Ouest et de Nord-Ouest par de très hautes terres, comme Bougie, par exemple,

on ne peut se rendre compte de l'état du vent au large que par le niveau de l'eau; quand règne un coup de vent d'Ouest, le niveau est très haut et les navires en partance ne doivent quitter le port que quand ce niveau commence à baisser. La hauteur de l'eau est à peu près proportionnelle à la force du vent. » Vient enfin la remarque capitale suivante : « A part cette influence du vent, le niveau de l'eau marche en général en sens contraire du baromètre. » J'ai rappelé d'ailleurs dans une autre Note les relations qui existent entre les variations de la colonne barométrique et la nature des vents qui soufflent sur la Méditerranée; que penser alors des tempêtes épouvantables, comme celles de 1850 ou de 1855-1856, qui par un long règne d'un violent siroco sévissent depuis le Phare jusqu'à Gibraltar, en faisant monter la mer à une aussi grande hauteur, assez sur la voie ferrée de Cette, par exemple, pour interrompre tout trafic? ou bien encore de cette autre, plus récente, où, sur les côtes d'Espagne, le flot put faire franchir avec lui à des barques de pêcheurs des maisons placées à 1^{km} de ses limites ordinaires? On peut, il me semble, conclure de tout ceci que la formule proposée pour évaluer la variation du niveau des eaux par la seule observation du baromètre ne saurait être qu'approximative ou même ne donner que des résultats peu d'accord avec l'observation. Les deux causes qu'il y a généralement à invoquer deviennent même parfois indépendantes. Dans ce bulletin nous avons eu souvent l'occasion de reconnaître que la hauteur de la colonne barométrique peut ne pas dépendre de l'effet d'un courant inférieur, qui seul ici cependant doit être pris en considération.

Du long règne des vents de Nord-Ouest qui ont coexisté avec de très hautes pressions et une douce température est résulté, dans le Languedoc, un ensemble de circonstances atmosphériques bien exceptionnel. Il est vrai que ces vents sont restés bien faibles et que dans le Jura et en Savoie, par exemple, on commençait d'abord à regretter les neiges protectrices des blés, et sous lesquelles on vivait parfois pendant de longs jours. Il en a été bien autrement encore dans les basses Cévennes. « C'est à peine s'il gèle la nuit, rapportait dans son bulletin de décembre mon correspondant de l'Espérou. Nous avons un soleil splendide et chaud comme en été, il n'y a pas trace de neige sur l'Aigoual. » Cet état de choses devint surtout sensible du 16 au 23 janvier; l'atmosphère resta calme et le ciel tout à fait pur sans que le thermomètre descendît au-dessous de zéro. Dans les vallées de l'Hérault, des Gardons, de la Dourbie qui rayonnent au pied de notre principal massif méridional, la température n'a été que de quelques degrés seulement supérieure à celle mesurée sur ses contreforts à 1200 ou 1400^{m} d'altitude. Il ne s'est donc produit rien d'ana-

logue à l'inversion profonde que nous signalâmes dans l'hiver de 1879 à 1880. Alors, à la faible altitude de 800ᵐ à 900ᵐ, les fontaines gelaient à peine, bien moins que dans les vallées : les montagnards obligés d'y descendre se hâtaient de les quitter. Depuis plus de vingt ans on n'avait pas eu d'hiver aussi doux, on travaillait les terres comme au mois de mars, les troupeaux sortaient comme en automne. C'est donc dans toute l'épaisseur d'une couche de près de 1600ᵐ que l'on a joui, cet hiver, de tous les bénéfices d'un vent qui n'a rien eu de la pénétrante froidure que l'an dernier nous lui reconnaissions à pareille époque. Nous ne nous sommes pas trouvés dans des circonstances analogues à celles qui se sont produites pour le Puy-de-Dôme, alors que Clermont paraissait plongé dans un lac d'air froid venu du côté nord, tout en restant isolé d'un courant plus chaud par la chaîne des Puys. Enfin l'invasion d'un courant chaud supérieur tendant à remplacer un courant froid inférieur, à la manière du foehn suisse, ne paraît donc pas s'être produite, surtout avec toutes les circonstances que Dove assigne généralement à de pareils phénomènes.

Les observations *géorgico-météorologiques* continuées par d'Hombres-Firmas, à l'exemple des météorologistes du siècle précédent [1], nous permettent de faire un autre rapprochement entre l'année météorologique 1821-22 et celle qui vient de s'écouler. La première fut tout aussi remarquable par sa haute température et son extrême sécheresse : « Son hiver fut moins pluvieux que ceux des vingt années précédentes. A Alais on ne mesura que le tiers de la moyenne pluviométrique ordinaire. On manqua d'eau dans les campagnes; il n'y eut pas de foin ni de fourrage, les blés étaient bas, les épis petits et mal nourris; les pommes de terre ne réussirent que dans les bas-fonds, au bord des ruisseaux; les marrons et les espèces qui craignent la sécheresse manquèrent; les fruits assez abondants furent petits et vermoulus; la vendange fut belle cependant, comme qualité, *mais il fallut la donner!* » Il semble donc bien qu'on ne saurait faire, d'une manière trop absolue, des aires de haute pression le siège de vents froids et violents. Mais, d'après les travaux de MM. Hoffmeyer, Scott, Houzeau, et d'après encore les discussions d'orages effectuées par le Bureau central de Paris, elles paraissent bien mériter à beaucoup d'autres points de vue le nom d'*anticyclones* qu'ont adopté les météorologistes.

En résumé, qu'il s'agisse de faire tourner au profit de la science et de toutes nos industries méridionales l'observation des phénomènes qui apparaissent dans nos deux bassins mari-

---

(1) Voir t. II des *Annales de l'Agriculture française.*

times : qu'on veuille effectuer sur notre littoral méditerranéen, dans l'intérêt de nos ports et en général de notre marine, des études analogues à celles que le contre-amiral Mouchez à réalisées pour les côtes d'Afrique, on voit toujours un bien vaste champ ouvert à nos investigations. De part et d'autre de notre mer intérieure, nos administrations, notre génie, toujours attentifs aux causes de prospérité ou de ruine de deux contrées dont les destinées intéressent de plus en plus celles de la France, poursuivront encore avec plus de succès l'étude des corrélations qui existent entre les phénomènes des continents, des mers et de l'atmosphère.

Boutons d'appel avertisseurs d'incendie. Système **G. Dupré.**

Nous avons donné, dans le *Bulletin* n° 49, la description du premier avertisseur d'incendie imaginé par M. G. Dupré. C'était un appareil consistant en deux lames métalliques isolées l'une de l'autre par une pastille faite d'un corps très fusible.

Sous l'influence de la chaleur développée par un commencement d'incendie, cette pastille entrait en fusion et les deux lames venaient en contact, ce qui fermait le circuit électrique dans lequel l'appareil se trouvait placé, et une sonnerie d'alarme était ainsi actionnée.

Depuis, l'inventeur a adapté son système à tous les appareils employés aux usages domestiques, cela d'une façon fort simple et sans que ces appareils cessent de remplir les fonctions auxquelles ils sont destinés.

La *fig.* 1 représente l'intérieur d'un de ces boutons d'appel

Fig. 1.



employés communément pour les sonneries électriques. La calotte en a été enlevée afin d'en laisser voir le mécanisme.

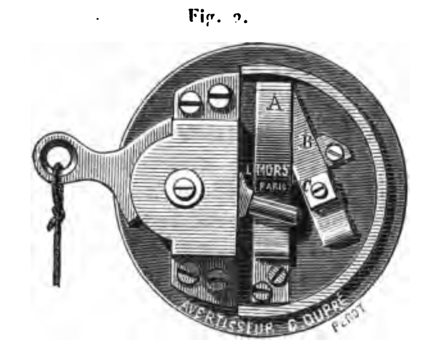
Il ne diffère des autres que par sa lame inférieure B, qui est recourbée en forme de V pour faire ressort. Si cette lame B était abandonnée à elle-même, elle viendrait toucher la lame A

et le circuit serait constamment fermé; mais elle est maintenue abaissée, et par conséquent hors de contact, par une pastille C faite d'un alliage métallique qui peut fondre à partir de 37° C. et dont la composition est la propriété de l'inventeur.

Le bouton est donc prêt à fonctionner comme un bouton ordinaire; mais qu'une chaleur anormale se fasse sentir dans la pièce où l'appareil est placé, la pastille C qui est maintenue par une petite vis entre en fusion et la lame B, n'étant plus retenue, se relève, vient toucher la lame A, et donne automatiquement un signal continu, ce qui permet de le distinguer d'un appel ordinaire.

La *fig.* 2 représente un appareil destiné à être employé avec

Fig. 2.



un tirage; le système en est le même : il ne diffère des autres tirages que par la disposition de ses lames; en temps ordinaire c'est, comme dans le bouton d'appel, la lame supérieure qui vient toucher la lame inférieure; en cas d'incendie, c'est la lame inférieure B qui, n'étant plus retenue par la pastille C, se relève, et vient automatiquement toucher la lame supérieure.

En somme, c'est un système absolument simple, qui réalise un grand progrès, puisqu'il permet de se servir journellement des appareils comme de transmetteurs ordinaires et de contrôler ainsi le bon état de la pile et des contacts; de plus, il fonctionne automatiquement en cas de feu, et, qualité importante, il ne nécessite pas une installation spéciale.

Le Gérant, E. COTTIN.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences

7240. Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

21 MAI 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 112.

Role des êtres microscopiques dans la production des maladies.

Conférence de **M. Chamberland.**

Mesdames, Messieurs,

J'ai à vous parler du rôle des êtres microscopiques dans la production des maladies.

Sous le nom d'*êtres microscopiques* ou *microbes*, on désigne tous les êtres vivants trop petits pour être vus à l'œil nu, tous ceux qu'on ne peut apercevoir qu'avec l'aide d'instruments destinés à les grossir un grand nombre de fois. Mais, si j'acceptais cette définition d'une façon rigoureuse, j'aurais à vous entretenir de maladies parasitaires connues et étudiées depuis longtemps, telles que la *gale*, produite par un *acare*, la *trichinose*, produite par un petit ver appelé *trichine*. Ce n'est pas là le but que je me propose. Parmi les êtres microscopiques, il y en a qui sont encore très petits relativement aux précédents et qui s'en distinguent aussi parce qu'ils ne sont formés que par une cellule simple ou par une réunion de cellules identiques pouvant vivre d'une façon indépendante. Ce sont ceux-là qui ont fait plus particulièrement, depuis vingt-cinq ans, le sujet des recherches de mon illustre maître M. Pasteur, et c'est d'eux seulement que je m'occuperai aujourd'hui.

Faisons des infusions de substances organiques animales ou végétales diverses, par exemple des infusions de foin, de levure de bière, de muscles de divers animaux, c'est-à-dire mettons à digérer ces substances avec de l'eau pendant quelques heures, soit à chaud, soit à froid, puis filtrons. Nous aurons des liquides très limpides comme ceux que vous voyez ici, et dans lesquels le microscope ne montre pas d'êtres organisés. Plaçons ces infusions dans une chambre chaude, entre 30 et 40°, et, après un jour ou deux, tous ces liquides seront devenus troubles. On dit qu'ils se sont altérés. — Voici l'as-

pect des liquides après l'altération. — Examinons au microscope et à un grossissement de 4 ou 500 diamètres une goutte de ces liquides. Un spectacle véritablement surprenant se présente alors à nos yeux : tout le champ est rempli d'êtres vivants, les uns se mouvant avec une grande rapidité, d'autres plus lentement, quelques-uns sont immobiles. Leurs formes sont variées, surtout lorsqu'on examine des infusions de nature différente, ce qui tient à ce que chacun de ces êtres a besoin, pour vivre, de milieux ayant une composition déterminée. On y remarque des filaments longs, flexibles, ayant un mouvement ondulatoire comme des serpents : ce sont des *vibrions;* puis des bâtonnets simples ou articulés, très courts, mobiles, dans lesquels la longueur ne dépasse guère deux fois le diamètre, et qui portent le nom de *bactéries*. D'autres se présentent sous la forme de bâtonnets droits ou articulés, mobiles ou immobiles, dans lesquels chaque article reste rigide : ce sont des *bacillus;* d'autres enfin sont formés par des cellules ovales ou arrondies, isolées ou groupées par 2, 4, 6, 8, formant ainsi quelquefois des chaînes ressemblant aux grains d'un chapelet : ce sont des *micrococcus*.

Je m'empresse d'ajouter qu'il ne faut pas attacher une trop grande importance à cette classification, car l'aspect morphologique de tous ces petits êtres est variable suivant les conditions où ils se trouvent placés. L'histoire naturelle de beaucoup d'entre eux est loin, d'ailleurs, d'être faite, et il serait prématuré de vouloir, dès maintenant, établir une classification complète. Je n'essayerai pas davantage de trancher la question de savoir si ces êtres doivent être rangés parmi les végétaux ou les animaux, cette question ne me paraissant pas non plus suffisamment élucidée et n'ayant qu'une importance secondaire au point de vue qui nous occupe.

Je vais vous montrer quelques-unes des formes dont je viens de vous parler.

Il serait difficile de projeter des vibrions mobiles, parce qu'ils sont trop petits, mais voici d'autres êtres beaucoup plus gros et qui leur ressemblent par la forme et le mouvement (1).

Les bactéries sont également trop petites pour être projetées directement, mais voici une photographie de bacillus immobiles (2). Ce sont ces organismes qui produisent l'amertume des vins.

Voici maintenant des micrococcus (3). Ce sont des cellules de *Mycoderma aceti*, c'est-à-dire de l'organisme qui produit le vinaigre.

---

(1) On projette des anguillules.
(2) On projette le bacillus de l'amertume des vins.
(3) On projette du *Mycoderma aceti*.

Enfin, voici une photographie qui vous donne une idée de l'ensemble des organismes que l'on rencontre le plus ordinairement dans une infusion altérée. Ce sont ceux trouvés par M. Pasteur dans les diverses maladies de la bière.

En voyant toutes les infusions se remplir de ces petits êtres aux formes si variées, une première pensée se présente à l'esprit. D'où viennent-ils? Les liquides étaient d'abord limpides, puis tout à coup ils se troublent et se remplissent d'une multitude prodigieuse de petits êtres vivants. Ceux-ci paraissent donc nés *spontanément*, c'est-à-dire produits par le liquide lui-même sous l'influence de la chaleur. Ce fut bien là, en effet, l'idée des premiers observateurs. Mais nous savons tous aujourd'hui, grâce aux belles expériences de M. Pasteur, dans le détail desquelles je n'ai pas à entrer ici, que ces êtres viennent toujours de germes vivants formés antérieurement par des organismes semblables. Sans doute on ne peut démontrer que la génération spontanée est impossible, parce que dans les sciences d'observation on ne démontre pas une négation, mais ce que M. Pasteur a démontré, c'est que toutes les expériences par lesquelles on croyait l'avoir établie étaient erronées. S'il reste encore quelques observateurs qui croient à la génération spontanée, ils ne peuvent appuyer leur opinion que sur des vues de l'esprit. Nous dirons donc que, dans l'état actuel de la science, la génération spontanée n'existe pas.

Il est d'ailleurs facile d'avoir des infusions organiques restant indéfiniment stériles, c'est-à-dire ne donnant jamais naissance à des êtres microscopiques; il suffit de les chauffer à une température de 115 à 120°, température qui détruit tous les germes à l'état humide. Voici différentes infusions qui ont été chauffées de cette façon, et vous voyez qu'elles ont conservé leur limpidité primitive. Elles ne sont séparées de l'air extérieur que par un tampon de coton qui laisse passer les gaz, mais s'oppose à l'introduction des particules solides qui existent dans l'air. Parmi les particules se trouvent précisément ces *germes* d'organismes, germes que j'aurai l'occasion de vous montrer tout à l'heure dans leur aspect propre et dans leur mode même de formation. On peut manier ces liquides et les mettre dans d'autres vases suivant les besoins de l'expérimentation; ils resteront toujours indéfiniment stériles, pourvu qu'on réalise les deux conditions suivantes : éviter les germes de l'air, et ne se servir que de vases eux-mêmes privés de germes. La première condition dépend beaucoup de l'habileté de l'expérimentateur. Quant à la seconde, il suffit de *flamber* les vases, c'est-à-dire de les chauffer dans un fourneau à gaz à une température de 150 à 200°.

Avec ces ballons stérilisés, rien n'est aussi simple que de montrer la présence des germes dans l'air. Enlevons les tam-

pons de coton de cent ballons, attendons quelques instants, de façon à laisser tomber les germes comme tombent toutes les poussières, puis remettons le coton. Au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures, nous constaterons que 50, 60, 80 ballons et même plus renferment des organismes. Le nombre des ballons qui s'altèrent est très variable, ce qui tient à ce que les germes en suspension dans l'air sont aussi en quantité fort variable. Ils sont beaucoup plus nombreux, par exemple, dans une salle qui vient d'être balayée que dans une autre où l'on n'est pas entré depuis plusieurs jours; ils sont plus nombreux aussi dans les villes que dans les campagnes, dans les plaines que sur les hautes montagnes, etc.

Les germes des microbes existent également dans les eaux communes, et, en général, à la surface de tous les objets. Introduisons, en effet, quelques gouttes d'eau commune, d'eau de Seine, par exemple, des fragments de bois, de paille, de terre, dans ces ballons stériles, et au bout de deux ou trois jours, tous ces ballons seront troubles et remplis d'organismes.

Nous comprenons maintenant pourquoi nos infusions s'altèrent toujours lorsqu'on ne prend pas de précautions particulières. Les germes, cause de l'altération, proviennent, soit des vases, soit de l'air, soit des liquides.

Ainsi il semble que partout autour de nous se trouvent des germes de microbes. Cependant, en réalité, ces germes n'existent pas partout. Ils n'existent pas : 1° dans les eaux de sources au moment où elles sortent du sol; 2° dans les tissus et les liquides internes des végétaux et des animaux à l'état normal. On peut, en effet, semer les eaux de sources, les sucs des fruits, les muscles, le foie, la rate, la substance cérébrale, etc., des animaux dans des infusions organiques stériles sans provoquer le moins du monde leur altération. On peut même recueillir directement, avec une grande facilité du sang, du lait, de la lymphe, de l'humeur aqueuse dans des ballons flambés, et ces liquides, les plus altérables que l'on connaisse, se conservent indéfiniment sans montrer jamais le moindre organisme microscopique. Voici de ces liquides recueillis depuis plusieurs mois et dans lesquels il serait impossible au micrographe le plus exercé d'y trouver trace d'êtres vivants. Cette expérience, qui est capitale au point de vue de l'étude des maladies contagieuses, suffirait presque, soit dit en passant, pour démontrer qu'il n'y a pas de génération spontanée.

On conçoit aisément que les germes, même les plus ténus, n'existent pas dans les eaux de sources et dans les tissus internes des végétaux et des animaux. De même que l'air, en filtrant sur un tampon de coton, se dépouille de toutes

les poussières et de tous les germes qu'il tient en suspension, de même aussi les eaux des sources sont filtrées par leur passage à travers le sol, les liquides qui servent à la nutrition des plantes sont filtrés par les radicelles, et les aliments absorbés par les animaux sont filtrés par les muqueuses des organes de la respiration et de la digestion.

Ajoutons que l'écorce chez les végétaux et la peau chez les animaux s'opposent également, du côté de l'extérieur, à l'introduction des germes.

De tout ceci il résulte que, au milieu de la souillure générale de la terre, de l'air et des eaux, le corps des êtres vivants est fermé à l'introduction des microbes. Mais qu'arrivera-t-il si, pour une cause quelconque, des germes passent dans l'intérieur des tissus végétaux ou animaux? Vous le devinez, messieurs. Que sont, en effet, les liquides qu'on rencontre dans les végétaux et les animaux, si ce n'est de véritables infusions de la nature de celles que je vous montrais tout à l'heure? Deux cas pourront donc se présenter : ou bien ces germes ne trouveront pas les conditions propres à leur vie et à leur reproduction, et alors ils périront rapidement; ou bien ils trouveront des conditions favorables, ils pulluleront avec rapidité et envahiront tout ou partie du corps de l'animal. Dans le premier cas, les germes auront été sans action; dans le second, ils amèneront la maladie et souvent même la mort. En se reproduisant, en effet, et en envahissant le corps d'un animal, ces microbes ont profondément changé les conditions de la vie. Soit qu'ils aient donné naissance, par leurs sécrétions, à de véritables poisons, soit qu'ils aient enlevé aux cellules du corps les éléments nécessaires à leur vie, il n'en est pas moins certain que la composition des liquides et des tissus de l'organisme a changé. La maladie et la mort en sont la conséquence naturelle.

Ce n'est pas là une simple vue de l'esprit. Si l'on prend une infusion altérée, c'est-à-dire remplie d'organismes, et qu'on en introduise quelques gouttes sous la peau de différents animaux, tels que cochons d'Inde, lapins, moutons, poules, etc., on observe presque toujours, chez quelques-uns d'entre eux, des désordres plus ou moins graves. Le plus souvent ce sont des abcès ou des œdèmes qui s'étendent sur une grande surface, et l'animal est malade pendant plusieurs jours, mais se guérit ensuite; quelquefois aussi il succombe à une véritable infection, comparable, sous certains rapports, à l'infection purulente chez l'homme; d'autres fois encore il ne se forme pas ou très peu de pus à l'endroit de la piqûre, et cependant l'animal succombe. Dans ce cas, son sang ou ses tissus sont remplis par un ou plusieurs microbes. Ce sont bien les êtres microscopiques introduits sous la peau qui sont cause de la

maladie et de la mort, car si l'on chauffe les liquides avant de les inoculer, on ne constate plus qu'un petit désordre local tout à fait insignifiant.

Cette résistance variable que l'on observe chez les différents animaux peut tenir à deux causes, la nature même des liquides qui baignent les cellules de l'individu et la vitalité de ces cellules. En effet, il doit s'établir entre les cellules des êtres microscopiques et les cellules du corps une lutte pour la vie, lutte dans laquelle l'animal guérit ou succombe, suivant que ce sont les cellules du corps ou les microbes qui l'ont emporté.

N'avons-nous pas là l'explication des accidents qui surviennent fréquemment à la suite des opérations chirurgicales ? Il y a toujours un peu de liquide et du sang qui s'écoulent de la plaie. Ces liquides, se trouvant au contact de l'air et des linges de pansement, vont se remplir d'organismes comme nos infusions; beaucoup seront inoffensifs, parce qu'ils ne pourront pas se développer dans le corps, mais si quelques-uns d'entre eux jouissent de cette propriété, ils pulluleront et produiront des désordres plus ou moins graves. Sous ce rapport, on peut dire que la moindre coupure, la moindre écorchure, peuvent amener de graves maladies et même la mort. Ce sont là des cas qui malheureusement n'arrivent que trop souvent. Si j'en avais le temps, je vous citerais quelques exemples rapportés par nos meilleurs médecins, et dans lesquels une simple saignée faite au bras a suffi pour amener des complications mortelles.

Quoi qu'il en soit, en inoculant à des animaux de différentes espèces des infusions ou des liquides organiques altérés, on peut être assuré d'en trouver toujours quelques-uns qui seront malades ou qui mourront, de sorte qu'il est possible de créer, pour ainsi dire à volonté, des maladies.

Mais notre but est moins de créer des maladies que d'étudier celles, trop nombreuses déjà, qui attaquent l'homme et les animaux. La base de cette étude repose entièrement sur ce fait que les liquides et les tissus internes des animaux ne renferment jamais ni germes ni organismes microscopiques dans leur état normal, ainsi que je vous l'ai montré tout à l'heure.

Afin de mieux vous faire saisir le principe de cette étude, je vais prendre un exemple particulier, le *charbon,* qui est, dans l'ensemble des maladies contagieuses ou *microbiennes* étudiées jusqu'ici, une des mieux connues.

Dans beaucoup de contrées, en France, en Europe, et, on peut dire, dans le monde entier, surtout dans celles où on élève beaucoup de moutons, il arrive fréquemment que les troupeaux sont frappés, sans cause apparente, d'une grande

mortalité; les animaux tombent comme foudroyés, c'est à peine s'ils paraissent malades pendant quelques heures. L'autopsie révèle certaines lésions : un sang noir et poisseux, une rate énorme, ramollie, ce qui a fait donner quelquefois à cette maladie le nom de *sang de rate*. Sur un troupeau de trois cents moutons, par exemple, il en meurt deux aujourd'hui, quatre demain, huit, dix, et même vingt, les jours suivants, de sorte que la plus grande partie des animaux aurait bien vite succombé si les propriétaires n'avaient reconnu depuis longtemps qu'en changeant les troupeaux de place, en les faisant émigrer dans d'autres pâturages, on parvenait presque toujours à faire cesser la mortalité.

Je n'essayerai pas de vous rappeler les différentes causes qui ont été invoquées pour expliquer cette maladie : nature du sol, des eaux, des fourrages, chaleur, humidité, pluie, tout en un mot, ce qui arrive fatalement pour toutes les questions dont la cause réelle est ignorée. Cependant on savait depuis longtemps que cette maladie était inoculable, c'est-à-dire qu'en introduisant sous la peau d'un mouton sain quelques gouttes de sang d'un mouton mort du charbon on reproduisait la maladie. C'était un premier pas fait dans l'étude de cette affection, mais depuis combien de temps ne sait-on pas que d'autres maladies sont également transmissibles : la rage, la petite vérole, la peste, la fièvre jaune, etc.? et cependant nous ne paraissons guère plus avancés sur les causes de leur transmission et sur leur étiologie. Nous allons voir que pour le charbon il n'en est pas ainsi, et que la question est aujourd'hui complètement résolue.

Examinons le sang d'un mouton sain et le sang d'un mouton mort du charbon. Voici le sang d'un mouton sain : on ne voit que des globules rouges empilés les uns sur les autres et quelques globules blancs. Voilà maintenant le sang d'un mouton charbonneux. Remarquons d'abord que les globules ont perdu la netteté de leur contour, ils sont comme fondus les uns dans les autres, ce qui fait dire que dans cette affection le sang est poisseux et agglutinatif. Mais ce qui doit surtout frapper votre attention, c'est la présence de ces filaments droits, cassés, et immobiles, qui se trouvent entre les amas des globules de sang. Nous retrouvons là une des formes des êtres microscopiques que je vous ai montrés tout à l'heure. Ce fut le Dr Davaine qui, le premier, en 1850, signala la présence de ces petits bâtonnets dans le sang des animaux morts du charbon, mais sans songer à cette époque à leur attribuer un rôle dans la production de la maladie. Ce n'est qu'en 1863, à la suite des premiers travaux de M. Pasteur, travaux dans lesquels il était démontré que les changements de composition des liquides qui avaient subi la fermen-

tation étaient dus au développement et à la vie des êtres microscopiques, ce fut à la suite de ces travaux, dis-je, que le Dr Davaine, soupçonnant que ces filaments, auxquels il donna le nom de *bactéridies* (1), pouvaient bien être la cause de la maladie, inocula du sang charbonneux et constata que, même à des doses très petites, ce sang était capable de donner la mort, et toujours il retrouvait des bactéridies en quantité prodigieuse dans le sang. Dès lors, par assimilation avec ce qui se passait dans la décomposition des matières mortes, il n'hésita pas à conclure que la maladie devait être attribuée aux bactéridies. Cette conclusion paraissait logique : cependant elle fut loin d'être acceptée généralement. Une quantité très petite de sang amenait la mort; mais on se demandait si cette quantité très petite agissait par les bactéridies qu'elle renfermait, ou bien par un virus, inconnu d'ailleurs, virus analogue à celui du vaccin humain par exemple, dans lequel jusqu'ici on n'a pas trouvé de microbes. Cette objection était spécieuse, je le reconnais; mais, pour bien la comprendre, il faut nous reporter à cette époque où la théorie de la fermentation de Liebig était encore généralement acceptée. Dans cette théorie, une quantité infiniment petite de matière en fermentation pouvait provoquer la fermentation d'une masse considérable, non par l'intermédiaire des êtres microscopiques, mais par une sorte de mouvement intestin qui se communiquait à toute la masse.

D'autres observateurs, et entre autres MM. Jaillard et Leplat, prétendaient d'ailleurs donner la maladie avec du sang ne contenant pas trace de bactéridies. Plus récemment, en 1876, M. Paul Bert, après avoir découvert que tous les êtres, et en particulier les microbes, sont tués lorsqu'on les soumet à l'influence de l'oxygène sous pression, avait soumis du sang charbonneux à une pression de dix atmosphères d'oxygène, et en inoculant ce sang, dépourvu d'après lui de bactéridies, il avait amené la mort aussi facilement et dans les mêmes conditions qu'avec du sang non comprimé.

Vous voyez, messieurs, comment le doute pouvait subsister dans les esprits. C'est à ce moment que M. Pasteur résolut d'aborder la question des maladies contagieuses. Il y était préparé par vingt années de travail sur les infiniment petits, pendant lesquelles il avait surtout étudié le rôle de ces êtres sur les liquides organiques, comme le vin, la bière et le vinaigre, c'est-à-dire les maladies produites dans ces sub-

(1) Le mot de *bactéridie* est passé, en quelque sorte, dans la langue courante, et c'est pour cela que je l'emploie ; mais, pour se conformer à la classification, il vaudrait mieux se servir du mot *Bacillus anthracis*, qui, d'ailleurs, est exclusivement employé à l'étranger.

stances par la vie des microbes. Je me trompe en disant que M. Pasteur n'avait jusque-là étudié que l'action des microbes sur les substances mortes; dès 1865, le gouvernement l'avait chargé d'étudier une maladie qui causait alors la ruine d'une grande partie de nos contrées du Midi : la *pébrine*, maladie des vers à soie. Je n'ai pas besoin de vous rappeler comment il résolut la question, et comment, en quelques années, il était arrivé, non seulement à découvrir la cause de la maladie (qui était un être microscopique), mais encore à indiquer un remède qui était aussi simple que sûr. Dans ce travail, qui est, et qui restera pendant longtemps encore, un modèle pour l'étude des maladies contagieuses, notre vénéré maître avait failli succomber à la tâche. Mais dès ce jour on s'aperçut que ses travaux avaient une portée telle qu'il reçut presque immédiatement après, sur un très remarquable rapport de M. Paul Bert, la plus haute distinction que puisse ambitionner un savant : celle d'une récompense nationale.

M. Pasteur donc, quoique peu familiarisé avec les questions médicales, aborda l'étude du charbon qui, comme je vous le disais, divisait les meilleurs esprits. Du premier coup, et en quelques jours pour ainsi dire, il démontra d'une façon irréfutable, en collaboration avec M. Joubert, que la maladie du charbon était exclusivement produite par la bactéridie. Que fallait-il pour cela ? Séparer la bactéridie de tout ce qui lui était étranger dans le sang. Pour arriver à ce but il sema une très petite goutte de sang d'un animal mort dans un ballon stérile de bouillon de levure neutralisé par la potasse. Au bout de vingt-quatre heures le liquide, d'abord si limpide, montra une quantité considérable de flocons très légers nageant dans son intérieur. S'il eût inoculé ce liquide à des animaux, on aurait pu objecter qu'il ne faisait qu'inoculer une dilution plus ou moins étendue, comme l'avait déjà fait le D[r] Davaine. Mais il prit une goutte de ce premier ballon et l'ensemença dans un second qui se comporta comme le premier, puis une goutte de celui-ci dans un troisième, du troisième dans un quatrième, et ainsi de suite. Les cultures successives restaient identiques, les bactéridies pullulaient, de sorte que, après quelques cultures, il ne restait absolument que l'organisme débarrassé de tout ce qui lui était étranger dans la goutte de sang primitif. On a calculé en effet qu'après huit ou dix cultures la goutte de sang se trouvait diluée dans un volume de liquide plus grand que le volume de la terre. Or la dixième, la vingtième, la cinquantième culture inoculée à la dose d'une goutte sous la peau d'un mouton amenait la mort avec les mêmes symptômes et les mêmes caractères qu'une goutte de sang.

Le doute n'était plus permis : le charbon était bien la maladie de la bactéridie.

Ces cultures répétées dans des milieux stérilisés avaient permis en même temps de faire beaucoup d'observations nouvelles sur les propriétés de la bactéridie. Voici d'abord l'aspect d'une culture au bout d'un ou de deux jours : vous voyez que la bactéridie, au lieu d'être courte et cassée, comme dans le sang, est maintenant en filaments dont les uns sont excessivement longs, et quelquefois enroulés, comme des paquets de cordes. Nous avons là un exemple d'organisme présentant un aspect variable suivant les milieux où il se trouve, et, comme il en est de même pour beaucoup d'autres organismes, vous comprenez pourquoi je vous disais en commençant qu'une classification complète de ces petits êtres, d'après leur seul aspect morphologique, pouvait donner lieu à de graves méprises.

Voici maintenant l'aspect de la même culture, mais après plusieurs jours. Beaucoup de filaments paraissent remplis de noyaux réfringents un peu allongés. Quelques-uns sont encore dans des filaments très nets, quelques autres forment des chaînes où on reconnaît la forme des bâtonnets qui leur ont donné naissance, mais où le contour a disparu; d'autres enfin sont tout à fait libres et flottent dans le liquide. Ces noyaux sont les *germes*, les *spores* ou *graines* de la bactéridie, car, si on les place dans du bouillon, on en voit sortir de petits filaments qui s'allongent et reproduisent le long feutrage que je viens de vous montrer. Ces germes ont été signalés pour la première fois par un Allemand, le Dr Koch; mais la découverte de ce mode de reproduction (qui n'est pas particulier à la bactéridie et qui est commun aux vibrions et aux bacillus) revient à M. Pasteur, qui le premier l'a décrit, en 1870, dans son ouvrage sur la maladie des vers à soie.

Le sang charbonneux, retiré du corps d'un animal et mis au contact de l'air, se comporte exactement comme une culture artificielle : les bâtonnets s'allongent, et peu après on voit apparaître les germes dans leur intérieur.

La bactéridie existe donc sous deux formes : à l'état de filaments et à l'état de spores ou germes. Sous ces deux états, ses propriétés sont fort différentes. La bactéridie filamenteuse est tuée par une température de 60°; elle est tuée par la dessiccation, le vide, l'acide carbonique, l'alcool, l'oxygène comprimé. Les spores, au contraire, résistent à la dessiccation, de sorte qu'elles peuvent former poussière et voltiger dans l'air. Elles résistent à une température de 90 à 95°, à l'action du vide, de l'acide carbonique, de l'alcool, de l'oxygène comprimé. Enfin elles conservent leur vitalité pendant

plusieurs années. En un mot, les germes sont beaucoup plus résistants que les bactéridies à toutes les actions qui tendent à les détruire.

Nous pouvons maintenant donner l'explication de l'expérience de M. Paul Bert. Le sang qu'il soumettait à l'action de l'oxygène comprimé était un sang qui avait été exposé au contact de l'air, et dans lequel les bactéridies s'étaient, en partie, transformées en germes. Les bactéridies filamenteuses étaient tuées sous l'influence de la pression; mais les germes résistaient à cette action, et ce sont eux qui, inoculés, reproduisaient la maladie. Je dois dire que M. Paul Bert, après avoir assisté aux expériences faites dans le laboratoire de M. Pasteur, fut le premier à reconnaître l'inexactitude de l'interprétation qu'il avait donnée avec une grande et rare loyauté scientifique.

Quant à l'expérience de MM. Jaillard et Leplat, nous verrons tout à l'heure que la maladie qu'ils inoculaient n'était pas le charbon, mais une maladie différente, *la septicémie aiguë expérimentale.*

Ainsi, après ce premier travail de MM. Pasteur et Joubert, tous les doutes étaient levés et il n'était plus possible de discuter sur la cause de la maladie charbonneuse.

Mais combien de questions restaient encore obscures dans l'étude de cette affection ! Et d'abord d'où venaient les bactéridies qu'on rencontre en si grande quantité dans le sang des animaux morts spontanément ? Guidés par cette idée que les microbes ne pouvaient pas plus naître d'eux-mêmes dans le corps des animaux que dans des liquides inertes, nous donnâmes à manger à des moutons de l'herbe sur laquelle on avait répandu des germes de bactéridies. Ces expériences, auxquelles j'ai eu l'honneur d'être associé ainsi que M. Roux, furent faites en 1878 dans une ferme des environs de Chartres. Au bout d'un temps variable, de 4 jours à 9 jours dans nos expériences, un certain nombre de moutons succombèrent, et à l'autopsie on retrouva toutes les lésions des moutons morts spontanément. Il est donc évident que l'ingestion des spores charbonneuses par les moutons pouvait leur communiquer la maladie. Une chose frappa vivement notre attention dès la première autopsie. Les ganglions et les tissus de l'arrière-gorge étaient tuméfiés et gonflés, comme si l'inoculation s'était faite par les premières voies digestives. Nous pensâmes alors qu'il pouvait exister de petites plaies à la surface des muqueuses de la bouche, et que c'était là la porte d'entrée des germes. Pour vérifier cette idée, nous donnâmes à manger aux moutons des herbes contenant des corps durs et piquants, comme des barbes d'orge ou de blé, des piquants de chardons, de façon à leur

faire des plaies artificielles. Cette fois la mortalité fut sensiblement augmentée, de sorte que nous avons tout lieu de croire que l'introduction des germes charbonneux dans le corps des animaux se fait par les premières voies digestives; mais cette pénétration pourrait aussi avoir lieu en un autre point du canal intestinal, car nous avons constaté que les germes charbonneux traversent ce canal avec les aliments absorbés sans perdre leur virulence.

Pour avoir l'explication de la maladie spontanée, il ne restait plus qu'une chose à faire : trouver les germes charbonneux sur les champs où les moutons meurent spontanément. Ici, messieurs, de grandes difficultés se présentaient. Il ne fallait pas songer à reconnaître ces germes par le seul emploi du microscope, beaucoup de germes d'autres organismes tout à fait inoffensifs ressemblant à ceux de la bactéridie. La culture ordinaire des germes dans des liquides stériles ne pouvait pas non plus nous donner de résultat, beaucoup de bacillus offrant également le même aspect que la bactéridie filamenteuse. Un seul critérium se présentait à nous : léviger les terres pour recueillir les parties ténues dans lesquelles devaient se trouver les germes, et inoculer les dépôts à des animaux, afin de leur communiquer, si cela était possible, le charbon. Mais comment faire ces essais sur la terre de champs ayant quelquefois plusieurs hectares de superficie ? Il nous aurait fallu des centaines et même des milliers d'animaux. Nous pensâmes tout naturellement à rechercher ces germes dans le voisinage des fosses où l'on avait enfoui des animaux morts du charbon. Ces terres, prises tantôt à la surface, tantôt dans les profondeurs, furent donc lavées, et les dépôts inoculés à des cochons d'Inde. Une autre difficulté nous attendait. Outre les germes de bactéridies, la terre renfermait une multitude d'autres germes plus ou moins dangereux, de sorte que la plupart du temps nos animaux succombaient à des maladies toutes différentes de celle que nous cherchions, et entre autres à des septicémies variées. Nous profitâmes alors de la propriété que possèdent les germes de bactéridies de résister à une température de 90° à 95°, et nous chauffâmes nos dépôts à ces températures. Cette fois nous avions tué, non tous les germes étrangers, mais un grand nombre d'entre eux, et plusieurs de nos animaux succombèrent au charbon. Il était rare que la maladie fût la maladie charbonneuse pure, le plus souvent il y avait des fusées purulentes, des décollements mêmes de la peau; mais la bactéridie était dans le sang, et en inoculant une goutte de ce sang à un second animal on avait la maladie charbonneuse sans complication étrangère. Cette méthode, messieurs, que je ne puis m'empêcher de qualifier de gros-

sière, a été depuis beaucoup perfectionnée; nous sommes arrivés à trouver des conditions de culture dans lesquelles la bactéridie se développe seule ou presque seule, de sorte qu'on peut maintenant en quelque sorte à coup sûr retrouver des germes de bactéridies partout où il y en a; malheureusement je n'ai pas le temps de vous les exposer ici.

Quoi qu'il en soit, même avec notre méthode grossière, nous étions arrivés à démontrer rigoureusement qu'il y avait des germes de bactéridies dans la terre à la surface des fosses et dans la terre autour du cadavre. Nous n'en trouvions pas dans les terres prises à une certaine distance de ces fosses.

La présence de ces germes se conçoit aisément. Lorsqu'un animal succombe, le plus souvent, il est dépouillé avant d'être enfoui, de sorte que du sang se trouve mis au contact de l'air, et les bactéridies filamenteuses sont dans des conditions favorables pour produire des germes. Mais, en continuant nos recherches, nous fûmes amenés à constater que, même dans le cas où les animaux n'avaient pas été dépouillés avant leur enfouissement, on trouvait encore des germes, soit à la surface des fosses, soit autour du cadavre. Une nouvelle difficulté surgissait. Depuis longtemps, en effet, on sait que la putréfaction détruit la virulence du sang charbonneux. D'où proviennent donc les germes dans le cas où un animal est enfoui sans être dépecé? Eh bien, messieurs, l'explication est extrêmement simple. Il est parfaitement vrai que la bactéridie filamenteuse périt dans l'intérieur du corps d'un animal mort sans donner de germes; mais elle ne périt qu'au bout de plusieurs jours. Avant sa mort, la putréfaction qui s'est produite sur le cadavre a dégagé des gaz, distendu la peau et donné lieu à des déchirements qui ont laissé écouler des liquides chargés de bactéridies encore vivantes. Celles-ci se trouvent dès lors au contact de l'air et peuvent donner des germes.

Quant au mécanisme par lequel les germes formés autour du cadavre remontent à la surface de la terre, il est aussi simple qu'inattendu. Vous avez tous remarqué ces tortillons de terre qui sont quelquefois en quantité considérable à la surface du sol, et qui ne sont autre chose que les excréments des vers de terre. Vous savez tous aussi que les vers recherchent de préférence les places où les terres contiennent de l'humus, c'est-à-dire celles qui renferment des substances organiques en décomposition. Les vers, en allant chercher leur nourriture autour du cadavre, vont donc ramener sur le sol une partie de cette terre profonde qui renfermait des germes. Or ces germes ne perdent pas plus leur virulence en passant par le canal intestinal du ver de terre qu'ils ne la perdent en passant par le canal intestinal du mouton. Il n'est donc pas étonnant qu'on les retrouve à la surface du sol. Beau-

coup d'autres causes peuvent aussi contribuer dans la nature à ramener ces germes, un labour un peu profond, le défoncement du sol, etc.

Il ne faudrait pas croire, messieurs, d'après cela, qu'il y a toujours et nécessairement des germes à la surface de toutes les fosses où l'on a enfoui des animaux charbonneux. Pour que les germes se forment, il faut que les filaments soient à une certaine température. Ils ne se forment pas, par exemple, au-dessous de 12°. Si donc un animal est enfoui pendant l'hiver, et même en automne ou au printemps, surtout si le temps est pluvieux et froid, les bactéridies pourront périr sans donner des germes. Mais pendant l'été, pendant les mois de juillet, août et septembre, c'est-à-dire pendant les mois où l'on perd le plus d'animaux du charbon, et surtout de la façon dont on les enfouit, c'est-à-dire à une petite profondeur, il se produit presque toujours des germes.

Si j'ajoute que ces germes peuvent rester sur le sol pendant plusieurs années tout en conservant leur virulence, que, par les pluies, les herbes qui ont poussé à ces endroits sont plus ou moins souillées par la terre, et, par conséquent, plus ou moins recouvertes de germes charbonneux, nous comprendrons très bien comment la maladie se communique aux animaux, soit qu'ils mangent ces herbes sur le sol même, soit qu'ils les mangent à l'étable à l'état de fourrage sec. De plus, les grandes pluies peuvent entraîner les germes en même temps que les particules terreuses, et les porter au loin. Bref, après ces résultats, tout devenait clair pour l'étiologie de cette maladie.

Cependant nous avons voulu montrer d'une manière plus frappante encore que les germes charbonneux que l'on retrouve à la surface des fosses étaient bien la cause de la maladie dite spontanée. Une épidémie charbonneuse avait éclaté pendant l'été de l'année 1879 dans un petit village du Jura. Une vingtaine de vaches ou bœufs avaient succombé en quelques jours, et plusieurs de ces animaux avaient été enfouis dans une prairie où l'année suivante on reconnaissait encore très bien les places d'enfouissement. Après avoir constaté la présence des germes charbonneux sur ces fosses, nous entourâmes trois d'entre elles d'un petit enclos dans l'intérieur duquel nous mîmes à parquer quatre moutons. D'autres moutons témoins étaient parqués à quelques mètres des premiers, à des endroits où l'on n'avait pas enfoui d'animaux charbonneux. Au bout de quinze jours, trois des moutons parqués sur les fosses avaient succombé au charbon, tandis que tous les moutons témoins continuaient à se bien porter. Le résultat était aussi net et aussi concluant que possible, et dès lors l'étiologie du charbon était établie d'une façon définitive.

Avant de quitter l'étude de cette maladie, permettez-moi d'ajouter quelques renseignements qui ont aussi leur importance.

D'abord un grand nombre de nos animaux domestiques sont susceptibles de la contracter, en particulier les lapins, les cochons d'Inde, les chèvres, les vaches et les chevaux. D'autres espèces sont absolument réfractaires, par exemple les poules et les oiseaux, au moins à l'état adulte. Enfin quelques espèces, les chats, les chiens et les carnivores en général, ne sont réfractaires que partiellement, c'est-à-dire que la maladie qu'on leur communique par l'inoculation est plus ou moins grave, mais rarement mortelle.

L'homme lui-même n'est pas exempt de cette redoutable affection. Tous les ans un certain nombre de bergers, de bouchers, de tanneurs, après avoir manié des viandes ou des peaux d'animaux charbonneux, succombent à une maladie connue en médecine sous le nom de *pustule maligne*, et qui n'est autre que le charbon. Le plus souvent on a pu reconnaître la porte d'entrée de la bactéridie; cette porte était une blessure, une écorchure faite sur la peau des mains ou du visage. En Allemagne, on a signalé également la mort de plusieurs personnes ayant contracté le charbon interne, c'est-à-dire dans lequel il n'y avait pas de pustule maligne, et où la porte d'entrée des bactéridies était, comme pour les moutons, dans la bouche ou les organes de la respiration et de la digestion. Si, en France, on n'a pas encore, que je sache, signalé ces cas de charbon, la cause doit en être attribuée sans doute à ce qu'on n'a pas fait l'examen microscopique du sang, et que la maladie a été confondue avec d'autres affections ayant une analogie plus ou moins grande avec le charbon.

Cependant, si l'on tient compte de ce fait que, dans beaucoup de fermes, on sacrifie les animaux au moment où ils vont succomber, c'est-à-dire lorsque la bactéridie est déjà très développée dans le sang, et que la chair sert à la nourriture des gens de la ferme ou bien est expédiée et vendue dans la ville voisine, si l'on considère, en outre, que les vétérinaires, les bergers, les tanneurs, les équarrisseurs sont à chaque instant exposés aux causes de contagion, on est forcé de reconnaître que le nombre des personnes qui succombent est en réalité assez restreint. D'après cela, je serais porté à croire que, sous le rapport de l'affection charbonneuse, l'homme pourrait être rangé à côté des carnivores, c'est-à-dire à côté des animaux qui contractent rarement la maladie mortelle.

La différence que nous constatons dans l'aptitude des différentes espèces animales pour l'affection charbonneuse ne nous choque pas, car nous sommes habitués depuis longtemps à voir des maladies sévir sur certaines espèces et non sur

d'autres. Nous concevons d'ailleurs très bien, et l'analyse chimique l'a démontré, que les liquides qui baignent les cellules d'un mouton, par exemple, sont différents de ceux qui baignent celles d'un chien ou d'une poule; mais ce qui nous frappe davantage, c'est de voir que, dans une même espèce, les vaches en particulier, les unes sont très sensibles au charbon, et les autres à peu près complètement réfractaires. Nous verrons tout à l'heure que quelques animaux peuvent être en partie vaccinés naturellement; cependant il me paraît évident, d'après ces observations, qu'il doit y avoir de grandes différences dans la nature des liquides qui baignent les cellules et dans la vitalité même des cellules de deux animaux de la même espèce. Et lorsqu'on réfléchit que souvent il suffit d'un très léger changement dans la composition des liquides de culture pour que la bactéridie ne s'y développe pas, on comprend toutes les anomalies qui peuvent se présenter dans l'inoculation d'un même virus à des animaux en apparence identiques. La nature des aliments, l'état de jeunesse ou de vieillesse, la fatigue, etc., sont autant de causes qui peuvent changer la constitution du corps et, par conséquent, favoriser l'éclosion et le développement de telle ou telle maladie.

(*La deuxième partie au prochain numéro*).

LISTE DES MEMBRES INSCRITS DEPUIS LE 1er JANVIER 1882.

(Suite.)

MM. Himly, doyen de la Faculté des Lettres de Paris.
Briois, à Paris.
Ciezkowski (Comte A.), à Paris.
Grouvelle, ingénieur civil à Paris.
Zang (Ch.), à Paris.
Lemaignan, à Paris.
Jacquin, à Paris.
Malardot, à Paris.
Courbery, chimiste expert à Paris.
Fourquez, à Paris.
Gay, à Paris.
Collignon, à Flers-les-Douai (Nord).
Muller, professeur au Lycée de Bourg.
Paquier (J.-B.), Professeur d'Histoire et de Géographie au lycée Saint-Louis.
Mme Ditte, à Paris.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

28 MAI 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 113.

ROLE DES ÊTRES MICROSCOPIQUES DANS LA PRODUCTION DES MALADIES.

Conférence de **M. Chamberland.**

Suite (¹).

Je me suis étendu un peu longuement, messieurs, sur la maladie charbonneuse; mais, ainsi que je vous le disais tout à l'heure, c'est à peu près la seule qui soit maintenant complètement connue, et elle doit nous servir de guide pour l'étude de toutes les autres affections contagieuses. Je me bornerai pour celles-ci à vous signaler surtout les particularités qui ont été observées.

Dans le *choléra des poules*, par exemple, l'organisme, qui est un petit micrococcus, se trouve également dans le sang. Voici l'aspect du sang d'une poule morte de cette maladie, et vous voyez combien le microbe est différent de celui du charbon. Cet organisme se cultive très bien et conserve ses propriétés virulentes lorsqu'on le sème dans du bouillon de poule neutralisé par la potasse, mais il ne se cultive pas et même meurt très rapidement lorsqu'on le sème dans du bouillon de levure, liquide qui convient cependant très bien à la culture de la bactéridie. Nous voyons là combien il importe de trouver un liquide approprié au développement de l'organisme que l'on cherche.

Le sang ou la culture du sang d'une poule morte de cette maladie amène très rapidement la mort des lapins; mais les cochons d'Inde sont beaucoup plus réfractaires à cette affection; quelques-uns seulement succombent, les autres se guérissent après avoir eu des abcès plus ou moins volumineux. Le pus de ces abcès renferme pendant fort longtemps l'organisme à l'état virulent, car si on l'inocule à des poules ou à

(¹) Voir le *Bulletin* n° 112.

des lapins, on amène la maladie avec tous les désordres ordinaires.

La bactéridie et le microbe du choléra des poules sont deux organismes *aérobies*, c'est-à-dire qui se développent au contact de l'air et non dans le vide ou en présence de l'acide carbonique.

Avec la *septicémie expérimentale* nous allons voir intervenir une condition nouvelle dans la culture des organismes microscopiques.

Lorsqu'un mouton, une vache, un cheval ont succombé à l'affection charbonneuse et qu'on recueille le sang un jour ou deux après la mort, ce sang inoculé à des cochons d'Inde ou à des lapins ne reproduit pas le charbon. Néanmoins les animaux succombent et même plus rapidement que par le charbon, mais les lésions ne sont plus les mêmes. La rate est normale, le foie est décoloré, les globules du sang ne sont pas agglutinatifs et on n'y retrouve pas de bactéridies. Le sang d'un animal qui a succombé à cette nouvelle maladie amène très rapidement la mort d'un second, puis d'un troisième, et ainsi de suite. Cependant, si on sème ce sang dans différents liquides de culture au contact de l'air, il n'y a aucun développement. Il semble donc ici que la maladie se transmet par un virus non organisé et qui cependant se reproduit dans le corps des animaux. Ces obscurités apparentes disparaissent complètement lorsque, au lieu d'essayer la culture du sang dans des liquides au contact de l'air, on fait cette culture dans le vide ou dans l'acide carbonique. Dans ce cas, en vingt-quatre heures, le liquide est devenu trouble, et au microscope on voit qu'il est rempli de filaments sinueux et mobiles : ce sont des vibrions. On peut alors faire plusieurs cultures successives dans le vide, et une goutte de ces cultures reproduit la maladie avec toutes ses lésions ordinaires. Cette maladie, à laquelle on a donné le nom de *septicémie expérimentale*, est donc produite par un vibrion : le *vibrion septique*.

C'est cette maladie qu'avaient reproduite, à leur insu, MM. Jaillard et Leplat en inoculant le sang d'une vache charbonneuse morte depuis quelque temps, et comme ils ne voyaient pas d'organismes dans le sang, ils en avaient conclu qu'on pouvait transmettre le charbon sans bactéridies. Le Dr Davaine avait prouvé que la maladie étudiée par MM. Jaillard et Leplat n'était pas le charbon, mais il n'avait pas les éléments nécessaires pour donner la cause de cette différence.

Je viens de vous dire, messieurs, que dans la septicémie le sang ne renferme pas d'organismes, et cependant ce sang est virulent et se cultive lorsqu'on le sème dans un liquide stérile dans le vide ou dans l'acide carbonique. Naturellement

vous devez penser : mais c'est de la génération spontanée? C'est que je n'étais pas tout à fait rigoureux en disant qu'il n'y avait pas d'organismes dans le sang. Il est vrai qu'on n'en voit pas en général dans un examen microscopique sommaire fait aussitôt après la mort, et on est frappé immédiatement de la différence qui existe entre ce sang et celui d'un animal charbonneux dans lequel les bactéridies sautent aux yeux. Mais par un examen plus attentif on finit toujours par trouver un ou plusieurs vibrions septiques rampant entre les globules du sang comme un serpent dans des feuilles, particulièrement si la température est élevée et quelque temps après la mort. Ici encore la génération spontanée n'était qu'une pure illusion.

Le vibrion septique existe donc dans le sang, en petite quantité, il est vrai; mais enfin il y existe. Ce qui doit nous étonner, c'est de voir un animal succomber si rapidement, en douze ou quatorze heures quelquefois, par suite de la présence d'un nombre aussi petit de vibrions dans le sang. La raison en est que le sang n'est pas l'habitat de prédilection du vibrion septique. On inocule en général une goutte de sang sous la peau; eh bien, tous les muscles sur une grande étendue sont enflammés et pétris de vibrions. La sérosité autour des intestins en est également remplie. Ce n'est plus par unités qu'on les trouve dans ces endroits, mais par millions. Ils sont animés d'un mouvement assez rapide et la première projection qu'on a faite au début de cette conférence en donne une idée assez exacte.

Il ne faudrait pas croire qu'on ne peut provoquer cette maladie qu'en prenant, un jour ou deux après la mort, du sang d'un animal mort du charbon. Ainsi que M. Signol l'a montré, il suffit d'asphyxier un animal, comme un cheval par exemple, pour que, après quinze ou vingt heures, le sang du cœur et des veines profondes soit devenu virulent à tel point que, si on l'inocule à des moutons et à des lapins, ceux-ci succombent en vingt-quatre ou trente-six heures. M. Signol croyait dans cette expérience avoir communiqué artificiellement au sang la virulence charbonneuse, tandis qu'il n'avait communiqué que la virulence septique, ainsi que l'a montré M. Pasteur. Les germes du vibrion septique sont, en effet, très communs. Le canal intestinal les renferme, et après la mort d'un animal ils se développent, traversent les parois et vont se répandre dans le sang. Ce sont eux qui, probablement, commencent l'œuvre de la putréfaction.

L'étude de la septicémie expérimentale a donc introduit dans notre sujet une idée nouvelle, celle d'un organisme ne pouvant pas vivre au contact de l'air. C'est un être *anaérobie*. Non seulement il ne peut pas vivre au contact de l'air, mais il y meurt rapidement. Si l'on met une goutte de sérosité péri-

tonéale remplie de vibrions au contact de l'air, pendant quelques heures, tous les vibrions sont tués, et la goutte ne peut plus ni être cultivée dans le vide, ni provoquer la maladie par inoculation. Au contact de l'air les germes de vibrions septiques ne se forment donc pas; mais dans le vide ou en présence de l'acide carbonique ils se forment en vingt-quatre ou quarante-huit heures. Ils sont alors semblables d'aspect à ceux de la bactéridie et peuvent comme eux rester au contact de l'air pendant longtemps sans se détruire. On s'explique ainsi la présence de ces germes dans l'air, dans l'eau et dans le sol. Ce sont peut-être les plus répandus, car ils se produisent, je le répète, dans presque toutes les putréfactions.

La *rage* va encore introduire une notion nouvelle dans l'étude des maladies transmissibles. Vous connaissez tous cette affreuse maladie qui se communique par la salive des chiens enragés. Ici, non seulement on ne voit pas d'organismes dans le sang, mais ce sang inoculé est incapable de transmettre la maladie à un autre animal; les muscles non plus : mais nous avons constaté que le cerveau possédait cette propriété. Il suffit d'inoculer une petite partie de la substance cérébrale à un chien pour lui communiquer la rage, presque à coup sûr. Bien plus, si l'on inocule cette substance par trépanation dans le cerveau, la période d'incubation, qui s'étend quelquefois à plusieurs mois dans les cas de morsure, est beaucoup réduite; elle n'est plus que de douze à quinze jours. On n'a pas encore isolé l'organisme, cause probable de la rage; mais nous savons maintenant où il doit exister à l'état de pureté et où nous devons le chercher; ce n'est pas dans le sang comme pour le charbon ou le choléra des poules, ni dans les muscles comme pour la septicémie, mais bien dans le cerveau ou le système nerveux en général.

Je vais même plus loin : on ne conçoit pas une maladie transmissible qui ne soit pas produite par un être vivant. Que fait-on en effet lorsqu'on inocule une goutte de liquide à un animal et qu'on retire de celui-ci, après la maladie qu'on a provoquée, une quantité infiniment plus grande de virus ayant exactement les mêmes propriétés que la petite goutte de liquide inoculé? Ce qu'on fait, messieurs, c'est une véritable culture dans l'organisme vivant, et comme nous n'avons pas d'exemple d'un poison inanimé se reproduisant dans le corps, il me paraît évident que toutes les maladies transmissibles sont produites par des organismes microscopiques.

Une propriété commune rapproche d'ailleurs les maladies contagieuses à virus inconnus des maladies contagieuses à virus connus. On sait que la plupart des premières, celles au moins qui paraissent affecter l'organisme tout entier, ne récidivent pas. Ainsi, en général, on n'a pas deux fois la fièvre

typhoïde, la rougeole, la petite vérole, etc. Or nous allons voir que les maladies contagieuses à virus connus, celles dans lesquelles ce virus est sans contredit un être microscopique, comme le charbon, le choléra des poules, ne récidivent pas non plus. C'est là un point de rapprochement très précieux pour ces sortes de maladies et qui peut nous autoriser à penser que toutes ont également pour causes des organismes microscopiques.

L'idée que les maladies contagieuses relèvent toutes de microbes, a pris, à la suite des résultats que je viens d'avoir l'honneur de vous exposer, un grand développement tant en France qu'à l'étranger, et on peut dire qu'il ne se passe pas de semaine, pas de jour, pour ainsi dire, sans qu'on voie surgir la découverte d'un organisme dans telle ou telle maladie. Quelques observateurs plus hardis affirment même avoir fait la culture de ces organismes. Je ne voudrais pas, messieurs, faire la critique de ces recherches qui peuvent fournir des matériaux très utiles pour l'avenir et dont beaucoup d'ailleurs sont très bien faites; mais je ne puis vous cacher qu'un certain nombre d'entre elles, publiées évidemment avec une trop grande hâte, ne doivent être acceptées qu'avec la plus grande réserve. Dès qu'un observateur a cru voir un organisme dans une maladie, vite il le sème, et,comme il récolte des microbes, il n'hésite pas à conclure que ce sont eux qui sont la cause de la maladie en question. D'abord je ferai remarquer que, lorsqu'on n'a pas l'habitude de ce genre de manipulations, on récolte presque toujours des organismes, lors même qu'il n'y en a pas dans la goutte semée, ce qui tient à ce que les causes d'erreur par les germes étrangers sont partout autour de nous.

D'ailleurs, avant de pouvoir affirmer qu'une maladie est produite par un microbe, il faut l'avoir cultivé à l'état de pureté 10, 15, 20 fois de suite, et constaté que la quinzième, la vingtième culture inoculée à un animal reproduit la maladie primitive avec tous ses caractères. La première chose à faire est donc de chercher un animal apte à contracter la maladie que l'on veut étudier, et ce n'est pas là une chose toujours facile.

Sans doute, lorsque dans une maladie bien déterminée on aura rencontré, et cela dans tous cas, le même organisme microscopique, il sera probable que cet organisme est la cause réelle de la maladie; mais cette probabilité ne deviendra de la certitude que par des cultures successives dans des milieux inertes et par l'inoculation.

Je n'ai pas besoin d'insister, messieurs, sur l'importance des résultats de ces études au point de vue pratique. Tant que la cause des maladies contagieuses restait ignorée, leur traitement était réduit à l'empirisme, et, malgré la somme

considérable de travail, d'intelligence et de dévouement dépensée chaque jour par nos médecins, les progrès étaient nuls ou au moins très lents. Aujourd'hui la méthode dite de Lister, méthode inspirée, a-t-il dit lui-même avec une grande sincérité, par les premiers travaux de M. Pasteur, a déjà produit les plus heureux résultats dans le traitement des plaies chirurgicales. Je pourrais vous citer tel hôpital où la mortalité, avant l'emploi de cette méthode, s'élevait à 50, 60 pour 100 sur les opérés, tandis qu'elle n'est plus maintenant que de 1 ou 2 pour 100. Elle consiste, comme vous le savez, à laver les plaies et à les laisser pendant tout le temps de leur cicatrisation au contact de substances *antiseptiques*, c'est-à-dire de substances qui tuent ou empêchent le développement des microbes.

Dans les maladies internes on pourra essayer également de faire absorber des substances antiseptiques. Chaque microbe ayant une résistance variable pour les divers agents antiseptiques, chaque maladie exigera un antiseptique déterminé. Dans cette direction il est probable qu'on rencontrera de grandes difficultés, les substances qui tuent les microbes ou s'opposent à leur développement étant aussi en général des poisons pour les cellules du corps, mais peut-être trouvera-t-on des substances qui seront supportées par le corps et non par certains microbes. Il est même curieux de voir comment la médecine, par des tâtonnements plus ou moins longs, est arrivée à employer, dans beaucoup de cas, précisément les substances qui seraient indiquées par la théorie. Dans le charbon par exemple, on cautérise généralement la pustule avec le bichlorure de mercure, et ce corps est un des poisons les plus énergiques pour la bactéridie. Le bichlorure de mercure et l'acide thymique sont d'ailleurs les antiseptiques les plus puissants pour l'ensemble des organismes.

Les mesures hygiéniques contribueront aussi pour une très large part à la diminution et je dirai même à la suppression des maladies contagieuses. Pour le charbon, par exemple, que faudrait-il pour le faire disparaître? Détruire par la chaleur les corps des animaux morts, cause de la production de nouveaux germes. Les germes anciens, bien que conservant leur vitalité pendant plusieurs années, finiraient certainement par disparaître.

Si, pour beaucoup d'autres maladies contagieuses, nous sommes moins avancés, nous pouvons cependant, dès maintenant, poser quelques règles générales qui, d'après l'ensemble des travaux connus, donneraient les meilleurs résultats, au moins dans le plus grand nombre des cas. Comment les germes des maladies pénètrent-ils en nous? Par l'air que nous respirons et par les aliments que nous absorbons. L'air ne ren-

ferme en réalité que peu de germes virulents. En observant avec attention la marche des épidémies, on reconnaît presque toujours que les personnes atteintes ont eu un contact plus ou moins immédiat avec des malades. On ne voit pas par exemple les épidémies franchir de grandes distances, comme cela arriverait nécessairement si les germes étaient transportés par l'air. Du reste, si l'on craignait cette cause de contagion, on pourrait, dans les épidémies intenses, purifier l'air qu'on respire.

L'avenir décidera ces questions. Mais, je le répète, je suis plutôt porté à croire que les maladies contagieuses sont produites par les germes que nous absorbons avec nos aliments. Il est avéré en particulier que la fièvre typhoïde peut se transmettre par les eaux, le lait. Si nous ne savons rien sur le germe spécial de ces différentes maladies, nous savons cependant que tous les germes sont tués par la chaleur. La plupart d'entre eux sont même tués par l'action de l'eau bouillante, et, parmi ceux qui résistent à cette action, nous n'en connaissons pas aujourd'hui qui soient nuisibles à la santé des animaux. Si donc j'avais l'honneur d'être médecin, la première chose que je recommanderais en cas d'épidémie serait de ne manger que des aliments cuits, et de ne boire que des eaux de source ou mieux des eaux ayant été préalablement bouillies.

La nature même des aliments doit avoir une certaine importance. Quand on réfléchit qu'il suffit quelquefois de circonstances futiles en apparence pour faire qu'un organisme se développe dans un milieu, et non dans un autre, on peut espérer que par une nourriture appropriée on pourra amener dans le corps des modifications suffisantes pour empêcher le développement des microbes, cause des maladies. C'est là tout un côté de la question, qui jusqu'ici n'a pas été abordé et sur lequel je me contente d'appeler votre attention.

Enfin, avant de terminer, je veux vous dire quelques mots d'une méthode de préservation des maladies contagieuses qui paraît devoir être générale, et qui, en ce moment, rend déjà de très grands services. Je veux parler de la méthode dite des *vaccinations* préventives.

De tout temps, dans les épidémies, on a constaté chez les personnes atteintes une grande différence dans l'intensité de la maladie : les unes succombent rapidement, les autres n'ont qu'une forme bénigne dont elles guérissent facilement. Deux causes peuvent expliquer ces formes bénignes : la réceptivité plus ou moins grande des individus, réceptivité que nous avons observée dans le charbon, par exemple, et l'atténuation naturelle du virus. Mais, à la fin des épidémies, on remarque que les cas qui se présentent sont presque tous bénins, ce qui prouve d'une façon à peu près certaine que le

virus a perdu de sa virulence. Les virus ne nous apparaissent donc pas comme jouissant toujours des mêmes propriétés.

De plus, on sait également depuis longtemps que les personnes qui ont subi les atteintes d'une maladie contagieuse, même sous sa forme bénigne, sont préservées contre une atteinte nouvelle, c'est-à-dire que ces maladies ne récidivent pas. De là à tenter l'inoculation de la forme bénigne, pour préserver de la forme grave, il n'y avait qu'un pas qui fut bien vite franchi. Déjà dès le siècle dernier on *variolisait*, c'est-à-dire qu'on inoculait la petite vérole comme mesure préventive contre la variole; mais on avait bien soin de prendre le virus dans les pustules de personnes ayant une petite vérole bénigne. En général, les résultats furent très satisfaisants. Mais dans quelques cas aussi, probablement dans les cas où on avait pris le virus sur une personne naturellement réfractaire et chez laquelle ce virus, quoique énergique, n'avait donné qu'une forme atténuée de la maladie, il y eut de graves accidents. En un mot, on ne connaissait pas exactement les conditions de réussite de l'opération.

Dès qu'il fut bien établi qu'un certain nombre de maladies contagieuses avaient pour cause des microbes, il était naturel de se demander si le virus de chacune d'elles était un être toujours identique à lui-même, ayant toujours les mêmes propriétés.

Déjà MM. Coze et Feltz, puis le Dr Davaine, avaient reconnu que certains virus, comme le virus de la septicémie, augmentaient de virulence en passant par le corps des animaux. Inversement nous avons observé que dans d'autres milieux, dans le bouillon de viande en particulier, le même vibrion septique perd peu à peu sa virulence. Il est donc évident que, suivant les milieux où ils vivent, les organismes changent de propriétés.

La chaleur, avant de tuer les microbes, paraît aussi changer leur virulence, ainsi que M. Toussaint l'a montré le premier pour la bactéridie charbonneuse.

Mais, parmi toutes les causes de diminution de virulence, il y en a une qui a été étudiée récemment par M. Pasteur et qui paraît devoir être générale, car jusqu'ici elle a pu être appliquée à tous les organismes virulents que nous connaissons : c'est l'action de l'oxygène de l'air.

Je vous ai parlé tout à l'heure du choléra des poules et je vous ai dit que le petit micrococcus, cause de cette maladie, se cultive à l'air dans des flacons de bouillon de poule en conservant ses propriétés virulentes. Cela est vrai lorsqu'on inocule la culture au bout de quelques jours seulement. Mais conservons un flacon de culture à l'étuve pendant plusieurs mois et essayons sa virulence de temps en temps. Tous les

quinze jours, par exemple, inoculons ce liquide à dix poules. Pendant le premier mois les dix poules mourront. Dans le mois suivant on observe déjà un changement. Il ne meurt plus que 7, 8 poules sur 10, et celles qui succombent traînent plus longtemps que les premières; au lieu de mourir en 24 ou 36 heures, elles ne meurent plus qu'après 3 ou 4 jours. On sent déjà pour ainsi dire la lutte entre le microbe et les cellules du corps de la poule. Plus tard le phénomène est beaucoup plus accusé : il ne meurt plus que 2 ou 3 poules sur 10; enfin au bout de 4 ou 5 mois il n'en meurt plus du tout, et les dix poules n'éprouvent qu'une maladie passagère dont elles se remettent bien vite. Or toutes ces poules qui ont eu la maladie bénigne sont incapables maintenant de contracter la maladie mortelle. On a beau leur inoculer le virus le plus virulent, elles ne succombent jamais, tout au plus sont-elles légèrement malades. Elles sont donc *vaccinées* pour le choléra des poules, de la même façon que l'homme est vacciné contre la petite vérole lorsqu'on lui a inoculé le virus jennérien. La cause de la diminution de virulence est la présence de l'oxygène de l'air dans le flacon, car si la même culture est conservée dans le vide, la virulence reste toujours la même jusqu'à la mort de l'organisme, qui arrive après un temps plus ou moins long.

A peine étions-nous en possession de ce moyen d'atténuation de la virulence des organismes, que nous avons cherché à l'appliquer à l'atténuation du virus charbonneux. Nous étions d'autant plus stimulés dans cette nouvelle recherche que la maladie charbonneuse fait perdre tous les ans pour plusieurs millions de bestiaux à l'agriculture française et probablement pour des centaines de millions à l'agriculture du monde entier, tant elle est répandue.

Nous nous sommes heurtés tout d'abord à une grosse difficulté. Le microbe du choléra des poules en effet ne donne pas de germes proprement dits dans nos cultures, tandis que la bactéridie charbonneuse en donne très rapidement. Or ces germes ont la propriété de fixer la virulence propre des bactéridies qui leur ont donné naissance, au moins pendant un très long temps. Nous ne pouvions donc faire agir l'oxygène de l'air sur les bactéridies filamenteuses pendant un temps suffisant pour voir si, sous cette influence, leur virulence diminuait. Mais nous avons trouvé une condition dans laquelle les bactéridies ne donnent pas de germes tout en restant au contact de l'air. Il suffit de semer du sang charbonneux dans du bouillon à une température de 42 à 43°. A cette température limite, les bactéridies vivent et se reproduisent encore; mais jamais elles ne donnent de germes. Dès lors, en essayant la virulence du flacon après 6, 8, 10, 15 jours, nous avons

retrouvé exactement les mêmes phénomènes que pour le choléra des poules. Au bout de huit jours, par exemple, notre culture, qui, à l'origine, tuait 10 moutons sur 10, n'en tue plus que 4 ou 5; après 10 ou 12 jours elle n'en tue plus du tout; elle ne fait que communiquer aux animaux une maladie bénigne qui les préserve ensuite contre la maladie mortelle. Et, chose bien digne de remarque, les bactéridies une fois atténuées dans leur virulence peuvent être cultivées à une température de 30 à 35°, température où elles donnent des germes ayant la même virulence que les filaments qui les ont formés. Ces germes peuvent alors être expédiés dans le monde entier et servir à vacciner les animaux contre l'affection charbonneuse.

Vous comprenez maintenant pourquoi M. Pasteur a donné à ces inoculations préventives le nom de *vaccinations* : c'était pour rappeler l'analogie qui existe entre elles et la grande découverte de Jenner, la vaccine humaine. Peut-être cependant le mot de *vaccination* n'est-il pas tout à fait rigoureux, car nous ne connaissons pas encore les relations qui existent entre le vaccin et la petite vérole. Le vaccin est-il une forme atténuée du virus de la petite vérole, ou bien la vaccine et la variole sont-elles deux maladies différentes ? Beaucoup de faits, et surtout ceux qui précèdent, semblent indiquer que la première hypothèse est la vraie; mais nous concevons aussi qu'une maladie contagieuse ayant fait subir à l'organisme certaines modifications, cet organisme ne soit plus en état de contracter une autre maladie contagieuse plus ou moins voisine de la première.

Un résultat aussi important au point de vue pratique que celui de la vaccination charbonneuse n'a pas été sans frapper vivement l'attention du monde savant et des agriculteurs. A peine la note relatant ces faits était-elle publiée que la Société d'agriculture de Melun sollicitait l'honneur de voir cette expérience répétée publiquement devant elle. Il y avait alors beaucoup d'incrédules, et, nous l'avons su depuis, quelques-uns espéraient même montrer ainsi que les résultats obtenus dans le laboratoire de M. Pasteur étaient, sinon inexacts, du moins très exagérés. Quoi qu'il en soit, 25 moutons et 8 vaches ou bœufs furent vaccinés. Ils furent ensuite réinoculés par le virus très virulent, ainsi que 25 moutons témoins et 5 vaches non vaccinées. Tous les animaux vaccinés n'éprouvèrent aucune action; les 25 moutons témoins moururent en quarante-huit heures, et les 5 vaches furent très malades. Deux d'entre elles furent même tellement malades que pendant plusieurs jours les vétérinaires les considérèrent comme perdues.

Le succès était donc complet. Depuis ce jour plus de

130000 moutons et 20000 vaches ou bœufs ont été vaccinés.

Les gouvernements étrangers, pressentant tous les avantages à retirer de cette nouvelle méthode de préservation, ont voulu eux-mêmes s'assurer de son efficacité. Dès le mois de septembre dernier une expérience semblable à la précédente a été répétée, avec le même succès, par mon ami M. Thuillier, devant les représentants du gouvernement d'Autriche-Hongrie, et dans quelques jours elle sera faite de nouveau à Berlin, devant une commission nommée par le gouvernement allemand. Là, comme vous le savez, on n'accepte qu'avec grand peine les découvertes qui viennent de l'étranger, et surtout peut-être celles qui viennent de la France, et c'est une des raisons pour lesquelles nous avons accueilli avec empressement la proposition de faire une expérience publique en présence des savants les plus autorisés de ce pays.

Si maintenant, messieurs, nous jetons un rapide coup d'œil en arrière, nous voyons quel chemin immense a été parcouru en quelques années dans l'étude des maladies contagieuses. Il y a bien peu de temps encore tout paraissait mystérieux dans cette question, qui, en somme, constitue la grande pathologie. Malgré les brillantes discussions qui ont eu lieu à diverses reprises devant l'Académie de Médecine, la lumière ne se faisait pas. Aujourd'hui, grâce aux travaux de M. Pasteur, la voie est ouverte, les premiers résultats sont acquis d'une façon indiscutable, les découvertes se précipitent, et il est permis d'espérer que, dans un avenir prochain, nous connaîtrons, non seulement la cause de toutes les maladies contagieuses, mais encore les moyens qui devront être employés pour les combattre.

Observations diverses sur le régime des courants de l'Océan Atlantique et sur les migrations de quelques poissons.

En publiant ici une Lettre intéressante, adressée au Président de l'Association scientifique par un savant bien connu des lecteurs de notre *Bulletin*, M. **Sace**, nous croyons utile de reproduire deux Communications faites récemment à l'Académie des Sciences, l'une par M. **Blavier**, l'autre par M. **Broch**.

§ I.

Théorie explicative du régime climatologique observé en France sur le littoral océanien, depuis 1880, *et de la disparition de la sardine sur ce littoral depuis la même époque.* Mémoire de M. **A. Blavier**. (Académie des Sciences, le 20 mars 1882).

Depuis l'hiver si rigoureux de 1879-1880, le régime météorologique des côtes de l'océan Atlantique, en France, paraît

avoir subi une importante modification. Dans la même période, une perturbation a été signalée dans la migration des poissons voyageurs de l'Atlantique. Ces phénomènes ont-ils entre eux une liaison, et quelle en peut être la cause ?

Les vents dominants de notre région océanienne, de novembre à février, sont régulièrement les vents bas du sud-ouest, qui, arrivant sur nos côtes saturés de vapeur par le fait de leur passage sur l'Atlantique, ont pour conséquence un climat tempéré et humide, très différent de celui qui règne à la même latitude dans l'Amérique du Nord. La moyenne générale de la température, pendant ces quatre mois, se maintient entre 4° et 9° C., et le thermomètre s'abaisse rarement au-dessous de 5° ou 6° de froid; la neige est un accident passager, les pluies sont abondantes, et souvent accompagnées de bourrasques, dont l'arrivée sur les côtes de France peut être annoncée par le Bureau météorologique de New-York, avec une précision remarquable; le baromètre accuse de basses pressions.

Tels sont, dans notre région de l'Ouest, les caractères généraux des hivers qui ont précédé celui de 1879-1880, si remarquable, au contraire, par la prédominance des vents du nord-est, par l'abaissement excessif et prolongé de la température, par la faible quantité de pluie tombée, par la grande élévation barométrique, l'absence de bourrasques et le calme extraordinaire de l'atmosphère.

Nous retrouvons, dans l'hiver 1881-1882, dont nous touchons le terme, avec une intensité plus grande encore, ces caractères de haute pression barométrique et de calme atmosphérique, que ne peut troubler aucune des bourrasques annoncées d'Amérique, parce qu'elles se dirigent toutes vers les régions les plus septentrionales de l'Europe. Les phénomènes de température ne sont pas moins remarquables : on a pu constater, aux deux époques, par les observations faites sur les hauteurs, notamment au Puy-de-Dôme et au sommet du Pic du Midi, une interversion complète dans la distribution de la chaleur : le décroissement habituel de température dans le sens de la hauteur a été remplacé par un accroissement très notable, correspondant à l'existence d'un courant relativement chaud du sud-ouest superposé au courant froid du nord-est, qui règne à la surface du sol. A la vérité, la coexistence bien constatée de ces deux courants n'a pas produit les mêmes résultats pendant l'hiver actuel et celui de 1879-1880. En 1880, le ciel restait absolument découvert : il s'est produit un abaissement de température extrême et prolongé. Cette année, au contraire, un brouillard persistant a rempli l'office d'un écran protecteur contre le rayonnement et a maintenu la température dans des limites de froid très modérées.

L'hiver de 1880-1881, dans son ensemble, a présenté les mêmes caractères que les deux autres, quoique beaucoup moins accusés. Le mois de janvier a été relativement rigoureux : le thermomètre est descendu à 12° au-dessous de zéro, à deux reprises différentes. Si les vents du sud-ouest ont été plus fréquents, ce n'étaient pas des vents bas, violents et accompagnés de bourrasques, comme à l'ordinaire; ces bourrasques se dirigeaient de l'Amérique vers les régions septentrionales de l'Europe, et faisaient sentir leur influence seulement par un abaissement plus ou moins notable du baromètre sur nos côtes. Les pluies ont été abondantes; les chutes de neiges, fréquentes; mais, en consultant les bulletins de la Société centrale météorologique, on voit que ces perturbations, spéciales à la France, qui ne se sont produites ni en 1880 ni en 1882, ont été, en 1881, la conséquence des bourrasques locales, suivant le bassin méditerranéen.

Pendant cette période triennale, un phénomène d'une autre nature était signalé sur les côtes océaniennes : depuis deux ans, pendant les campagnes de 1880 et 1881, la sardine a fait défaut sur le littoral de la Vendée. C'est un véritable désastre pour les intéressantes populations du littoral; car la pêche de la sardine occupait plus de 15000 marins, et donnait annuellement un produit brut d'au moins 15000000 de francs.

La cause de cette coïncidence ne serait autre, selon moi, que le déplacement du grand courant océanien d'eaux chaudes, le Gulf-Stream, dont l'influence prépondérante sur le régime climatologique du versant de l'Europe est aujourd'hui parfaitement reconnue. Les sardines, dans leur migration régulière, suivaient exactement le lit de ce courant dérivé du Gulf-Stream, connu sous le nom de *Rennel*, et c'est précisément parce que le Rennel a dû disparaître depuis l'hiver 1879-1880 que les sardines elles-mêmes ont pris une autre voie dans l'Océan, pour accomplir leur évolution naturelle.

... J'ai pu recueillir récemment quelques indications qui peuvent être invoquées à l'appui de cette hypothèse.

Ainsi, dans la séance de l'Académie des Sciences du 3 janvier, M. Milne Edwards a présenté une Note de M. G. Pouchet, relative aux températures de la mer, observées pendant la mission de Laponie, dans laquelle cet observateur annonce qu'il a constaté, au voyage d'aller, dans la deuxième quinzaine de mai 1881, du 63e au 66e degré de latitude, au nord des Shetland, un léger relèvement de la température. Ce fait ne peut être attribué qu'au passage d'un courant d'eaux chaudes en ce point, placé exactement dans la direction assigné au Gulf-Stream par notre théorie.

D'autre part, le *Journal officiel* du 14 janvier a publié un rapport du commandant de la station d'Islande, dans lequel

on trouve les observations suivantes : « Froid exceptionnel de l'hiver 1880-1881, avec présence de la banquise jusqu'à la fin de mai sur toute la côte Est, et jusque dans les parages des îles Westman. Dans le Nord, l'île de Grimsey jointe à la terre par des glaces, et au cap Nord la banquise joignant le Groëland à l'Islande. Vents constants du nord-est et le plus souvent violents, rendant la pêche impossible. »

Ces observations me semblent bien confirmer la présence exceptionnelle, dans la région du détroit de Davis ,de glaces devant obstruer le passage du courant polaire, dont la rencontre avec le Gulf-Stream, au large des bancs de Terre-Neuve, est la cause déterminante de la brusque inflexion de ce courant d'eaux chaudes vers les côtes de France.

Je reconnais que de semblables indices sont loin de suffire pour faire admettre, sans autres preuves, la théorie que j'avais émise en décembre 1879; mais ils peuvent m'autoriser à solliciter l'étude d'une solution dont l'importance ne saurait être contestée.

En effet, si cette théorie est exacte, je puis dès à présent prédire, pour l'année courante, un printemps sec et beau, un été également sec et très chaud, et, dans ces conditions météorologiques, une récolte dont l'abondance dépendra exclusivement des orages qui viendront ou ne viendront pas, en temps utile, fournir au sol l'eau nécessaire pour la végétation.

Je puis également prédire que nos marins ne verront malheureusement pas revenir encore cette année la sardine sur les côtes de la Vendée et de la Bretagne, car elle devra suivre dans sa migration annuelle le même chemin que pendant les campagnes précédentes, ce chemin qui n'est autre que le courant dévoyé du Gulf-Stream et du Rennel.

Je puis annoncer que ces graves perturbations prendront fin seulement lorsqu'une débacle normale des glaces des régions boréales rétablira le courant polaire du détroit de Davis, avec son intensité ordinaire, puisque ce courant est le véritable régulateur de la voie suivie par son antagoniste, le Gulf-Stream, dans la portion de son cours qui exerce une action directe sur notre climat.

Je puis enfin dire que des observations régulièrement faites en mer à la fin de l'été, vers le mois d'octobre par exemple, pour fixer exactement le cours du Gulf-Stream des côtes de l'Amérique aux côtes de l'ancien monde, permettraient aux météorologistes d'indiquer à l'avance, avec quelque probabilité, le caractère dominant des saisons sur le littoral océanien de France, et c'est là le résultat pratique et intéressant de notre théorie, si elle repose sur une hypothèse que la vérification matérielle des faits viendrait confirmer.

§ II.

Sur les variations observées dans la pêche du hareng, sur les côtes de Norvège. Note de M. **O.-J. Broch.**

A l'occasion de la Note présentée dans la dernière séance par M. Blavier, sur la disparition de la sardine sur le littoral océanien de la France depuis 1880, je me permettrai de signaler à l'attention de l'Académie des faits analogues qui se sont présentés plusieurs fois sur les côtes de la Norvège, par rapport à un poisson de la même famille que les sardines, le hareng (*Clupea harengus*).

Le *hareng d'hiver* ou *printanier*, comme on l'appelle, arrive ordinairement à la fin de décembre, ou bien en janvier, vers les côtes de la Norvège occidentale. Il s'approche des côtes pour frayer. Le hareng est alors au moins dans sa cinquième ou sa sixième année.

Le théâtre principal de la pêche du hareng d'hiver, c'est la région située entre les deux caps Lindesnœs et Stadt. Cette pêche a toujours été variable, et souvent elle a fait complètement défaut pendant de longues périodes.

La pêche du hareng a toujours constitué une des ressources principales des populations riveraines de ces côtes poissonneuses; mais lorsque, en 1416, le Hollandais Beuckel eut imaginé la manière de saler le hareng, et que ce mode de préparation eut été adopté en Norvège, la pêche du hareng sur la côte ouest prit une importance nationale, et les Archives commerciales de la ville de Bergen, centre du commerce des produits des pêches, ont gardé les détails sur l'apparition et la disparition du hareng.

Ainsi, en 1567, le hareng ne parut point sur la côte ouest; en 1644, c'est-à-dire soixante-dix-sept ans après que la pêche avait cessé, le hareng reparut près de Stavanger, et ensuite plus au nord, près de Bergen. De 1650 à 1654, il disparut de nouveau; ce fut seulement plus de quarante ans après, vers la fin du XVIIe siècle, qu'on put reprendre les pêches du hareng d'hiver, qui, bien qu'avec des résultats très variables, furent continuées pendant près de quatre-vingt-dix ans, jusqu'en 1784. Le hareng d'hiver disparut alors de nouveau, pendant vingt-quatre ans, et ce ne fut qu'en 1808 que l'on commença à le retrouver aux environs de Bergen. De 1808 à 1835, on le pêcha dans ces parages, entre 60° et 60°30′ de latitude. A partir de 1835, la pêche principale descendit toujours plus au sud, jusque devant Skudesnœs (59°10′ de latitude); de 1835 à 1840, elle se fit de préférence à la hauteur de Jœderen, en descendant jusqu'au cap Lindesnœs (57°59′ de latitude). A partir de 1840, il a complètement fait défaut au sud des bancs

de Jœderen, tandis que, à de petites variations près, la pêche s'est toujours maintenue, jusqu'en 1869, entre la partie méridionale de l'île Karmö et le Selbjornsfjord (de 59° 10' à 60° de latitude), le district méridional; ensuite, jusqu'à 1873, plus au nord, entre l'embouchure du grand Sognefjord jusqu'au cap Stadt (de 61° à 62° 10' de latitude), le district septentrional. Au nord du Stadt, les pêches du hareng ont toujours été encore plus variables.

Depuis 1870, la pêche du hareng d'hiver a de nouveau cessé sur la côte sud-ouest de la Norvège, et depuis 1874 de même dans le district septentrional, entre le Sognefjord et le cap Stadt.

Dans les deux derniers hivers, quelques bandes de harengs ont de nouveau visité les petites îles, à l'extérieur de la grande île de Karmö. Des faits semblables de périodicité dans la pêche du hareng d'hiver ont eu lieu sur les côtes de la Suède, vers le Skagerak, dans le district de Bohuslan. Cette pêche, jadis très lucrative, était devenue à peu près nulle depuis 1808, lorsque le hareng revint subitement dans l'hiver de 1877 à 1878; elle est, dans les derniers hivers, devenue très abondante.

L'irrégularité des apparitions du hareng d'hiver qui vient aux côtes pour frayer, ainsi que ses disparitions périodiques sur de longues étendues de la côte, ne peut pas être attribuée à la pêche, car la quantité capturée par les hommes n'est que d'une faible importance, en comparaison de la quantité que détruisent les autres ennemis du hareng. Sur les côtes de la Norvège, il n'y a pas non plus de ces eaux malpropres qui chassent les poissons et infectent les bancs sur lesquels ils doivent frayer. L'étendue de la côte et l'immense nombre de fjords et de baies sont trop considérables pour qu'on puisse s'arrêter à cette supposition, par laquelle on a voulu autrefois expliquer la disparition du hareng de la côte plus restreinte du Bohuslan.

Une cause très vraisemblable, c'est que le hareng a dû chercher en été sa nourriture, qui consiste en petites crevettes (copépodes), en petits annélides et en quelques mollusques, plus au large que d'ordinaire, et, n'ayant pu gagner les côtes pour frayer, il a été forcé de déposer son frai au large, sur les bancs extérieurs de la mer du Nord, où l'on a effectivement remarqué, dans ces dernières années, après sa disparition des côtes, les signes qui indiquent ordinairement que des quantités considérables de harengs ont stationné, savoir l'apparition en grand nombre de baleines et d'oiseaux aquatiques qui se nourrissent de harengs.

Les pêches des harengs sont d'une grande importance pour certains districts de la Norvège occidentale. On s'est donc beaucoup préoccupé, chez nous, de la question de l'apparition périodique et de la disparition presque subite du hareng d'hiver. M. O. Sars fils, professeur à l'Université de Christiania, a sur-

tout appuyé l'hypothèse précitée. Dans les expéditions norvégiennes pour l'exploration de l'Atlantique du Nord, on a remarqué que, sur des étendues immenses, la mer était couverte des animalcules qui font la nourriture principale du hareng. Ces surfaces, faciles à observer même à distance, à cause de la couleur particulière que ces animalcules donnent à la mer, se trouvaient beaucoup plus à l'ouest que les navires marchands ne les avaient aperçues autrefois. Pendant les trois années consécutives de l'expédition, ces surfaces couvertes d'animalcules se déplaçaient vers l'est, dans la direction des côtes de la Norvège. On s'attendait donc à ce que le hareng revînt à nos côtes du sud-ouest, et effectivement, pendant les deux derniers hivers, quelques bandes de harengs ont commencé de nouveau à apparaître sur la côte extérieure de l'île de Karmo, près de Stavanger, et de quelques autres îles.

D'après cette hypothèse, ce sera donc la distance plus ou moins grande des régions où le hareng trouvera sa nourriture pendant l'été et l'automne qui déterminera s'il peut revenir vers les côtes à temps pour frayer. Mais la cause du déplacement, tantôt vers l'ouest, tantôt vers l'est, de ces surfaces immenses couvertes par les animalcules qui servent de nourriture aux harengs ne semble pouvoir être autre que la variation dans la direction des vents prédominants et les variations des courants de la mer dans ces parages.

C'est donc toujours à l'étude de ces variations qu'il faut revenir pour pouvoir expliquer, et peut-être, jusqu'à un certain point, prédire des variations dans la pêche si importante des harengs.

Enfin, dans chaque période d'apparition des harengs, dans les années qui ont précédé immédiatement la disparition, on a observé que la pêche a toujours commencé très tard, vers la fin de janvier ou le commencement de février. Les pêcheurs ont toujours considéré l'apparition de plus en plus tardive des harengs comme un signe précurseur de leur disparition prochaine.

§ III.

Lettre de M. Sacc.

Lyon, 28 avril 1882.

La Communication faite à l'Institut, sur le changement de direction du Gulf-Stream, m'a rappelé les observations que je n'ai pu qu'ébaucher, pendant les quelques semaines que j'ai passées dans l'île de Key-West, placée au centre des dépôts madréporiques qui tendent à réunir la Floride à l'île de Cuba.

C'est par cet étroit passage que le Gulf-Stream se précipite au nord, vers les côtes des États-Unis, avec la rapidité du Rhin à Bâle. Or, comme partout, dans cette direction et à toutes les profondeurs, les madrépores travaillent à élever ces mer-

veilleuses constructions dont vous avez si bien tracé l'intéressante histoire, il est tout naturel que la direction du courant change à mesure qu'un des nombreux canaux par lesquels il s'élance est obstrué. Ce gigantesque travail, commencé sans doute il y a des milliers d'années, ne tardera pas à s'achever, en sorte qu'on doit s'attendre à ce que, dans quelques siècles, le Gulf-Stream soit jeté jusque vers les côtes du Portugal par la formation d'une ceinture madréporique qui reliera la Floride aux îles les plus septentrionales de la ligne des Lucayes. Lorsqu'on a visité les côtes de la Floride, on sait que les zoophytes travaillent assez rapidement pour obstruer en quelques années des passes accessibles aux plus gros navires. Cela est si bien connu, que les navires qui passent de ce côté, dont la Carte est cependant bien complète, ralentissent leur marche, et font sonder sans cesse, à bâbord et à tribord, tant les capitaines savent bien que le fond de la mer change partout, et sans cesse.

Ces gigantesques dépôts calcaires doivent altérer peu à peu l'équilibre du globe terrestre, en en déplaçant le centre de gravité, en sorte qu'il est fort possible que ce soit la formation du Jura qui a été la cause du changement de climat qui a produit les grands dépôts de plantes et d'animaux fossiles qui ont pris naissance alors que les madrépores construisaient cette chaîne de montagnes dans une mer équatoriale. Il s'ensuivrait donc que les grands bouleversements biologiques de la surface du globe seraient dus à l'incessant travail de ces infiniment petits, qui, en accumulant sans cesse, sur d'autres points, de gigantesques dépôts calcaires, déplacent l'axe du monde, et en font ainsi changer le climat. *Deus maximus in minimis!*

L'île de Key-West, fort peu élevée au-dessus du niveau de la mer, est tout entière formée d'un calcaire blanc, madréporique, qui rappelle de la manière la plus frappante les beaux calcaires fins du Jura. Il a, jusqu'à une profondeur de 10^m, partout la même texture, et ne présente que les tiges des mêmes espèces de madrépores qui en augmentent sans cesse les côtes; dans la carrière que j'ai examinée, je n'ai pas rencontré trace de coquilles de mollusques, ou d'ossements d'autres animaux. Je m'y attendais cependant, parce que la vie est excessivement active au milieu des coraux dont les passages fourmillent de mollusques, de tortues et de poissons de toutes espèces, dont le plus curieux est, sans contredit, le poisson flèche.

C'est là aussi qu'on trouve des quantités prodigieuses d'éponges, de toutes grandeurs, mais toujours creusées en forme de vase très ouvert; il n'y en a pas de compactes, comme celles de la mer Méditerranée. Leur texture est grossière, leurs mailles longues, et leur orifice mesure jusqu'à 1^m. En général, elles n'ont cependant que 0^m, 30 à 0^m, 40.

Key-West est un des endroits les mieux placés pour l'étude si intéressante des madrépores; car il y a autour d'elle, et en abondance, des représentants de la plupart de leurs espèces, dont il est fort important de connaître le mode et, surtout, la durée du développement. Ce que je puis affirmer, c'est que certaines espèces croissent rapidement, tandis que d'autres ne se forment que lentement.

Les unes sont très répandues; d'autres beaucoup moins, et d'autres, enfin, infiniment rares.

On m'assure que les dépôts madréporiques qui entourent le pied du mont Sinaï sont encore plus riches en nombreuses espèces, dont j'ai reçu de magnifiques échantillons; mais la chaleur est si forte dans cette région qu'on ne peut y passer qu'en bateau, et qu'il est absolument impossible d'y séjourner, ce qui n'est point le cas à Key-West, où la chaleur est grande aussi, il est vrai, mais fort supportable, à cause de la brise de mer.

Grande aurore boréale observée aux États-Unis du 16 au 23 avril 1882.

Nous lisons dans la Correspondance américaine de la *Revue Britannique* (Cahier de mai) les détails suivants sur ce phénomène remarquable, qui a été observé sur une immense étendue du territoire des États-Unis :

« La coloration du ciel passait par les nuances les plus diverses : jaune, violet, bleu, rouge sang, blanc argenté.

» A New-York, dans la soirée, on apercevait à l'horizon, du côté du Nord, un arc-en-ciel de couleur verte. Plus tard, de longues traînées roses, à l'est, à l'ouest et au nord, sont venues former une couronne autour de l'étoile Arcturus, qui scintillait d'une façon extraordinaire. Parfois de grands espaces du ciel, d'obscurs qu'ils étaient, devenaient subitement lumineux, faisant pâlir les étoiles ; et l'aire lumineuse, s'avançant en vacillant, allait se fondre dans la couronne, près du zénith. Après minuit, la lumière avait l'éclat des éclairs; toutes les étoiles, excepté Arcturus, avaient cessé d'être visibles. Le spectacle était splendide, chaque nuit, il variait. Tantôt apparaissaient comme des vagues lumineuses, tantôt le ciel se couvrait par places comme par des rideaux. Çà et là éclataient comme des feux d'artifice. Les étoiles paraissaient et disparaissaient, comme chassées par le vent.

» Pendant toute la durée de ce phénomène, il s'est produit de grandes perturbations atmosphériques et électriques. Le télégraphe marchait sans batteries ; d'autres fois on a éprouvé une sensation d'oppression, comme celle que causent quelquefois les tremblements de terre.

» Quel rapport y a-t-il entre l'aurore boréale et les perturba-

tions atmosphériques? C'est ce que je ne saurais dire. Toujours est-il que, du 14 au 22 avril, on a signalé plusieurs ouragans d'une violence extrême, et des cyclones qui ont détruit plusieurs villages et causé la mort d'un certain nombre de personnes. A Monticello (État du Mississipi), il n'est resté debout que trois maisons en dehors du village. Sur cent cinquante habitants, il y a eu quinze personnes tuées, trente grièvement blessées et quelques-unes seulement n'ont pas été atteintes. Le passage de la trombe occupait une largeur de près de 1^{km}. »

M. le Ministre des Affaires étrangères a transmis à l'Académie le télégramme qui a été adressé au Consul général de France au Caire par la Mission astronomique chargée d'observer l'éclipse totale de Soleil.

« Le Caire, 18 mai 1882.

» La Mission astronomique m'adresse de Sohac le télégramme suivant, avec prière de le faire parvenir à l'amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire :

» Facilités sans précédent accordées par le Gouvernement égyptien pour les observations de l'éclipse. Plan concerté entre les Missions anglaise, française et italienne; résultats comparés entre eux très satisfaisants. Photographies de la couronne et du spectre entier de la couronne réussies par Schuster avec des plaques Abney, montrant les lignes H et K les plus intenses; études du spectre de la région rouge de la couronne et des protubérances par Tacchini. Comète très voisine du Soleil saisissante, photographiée et observée à l'œil nu. Lignes brillantes observées avant et après la totalité à des hauteurs différentes par Lockyer, avec des intensités différentes des lignes de Fraunhofer par Lockyer et Trépied. Identité absolue de la raie de la couronne avec la raie 1475 de Kirchhoff, confirmée par Thollon et Trépied. Absence des raies noires de Fraunhofer reconnues par Tacchini et Thollon avec dispersion. Raies noires de Fraunhofer reconnues par Tacchini et Thollon avec des dispersions très différentes; plusieurs raies très brillantes observées par Thollon dans le violet pendant la totalité et photographiées par Schuster. Raie brillante de l'hydrogène de la couronne étudiée avec réseaux par Puiseux, avec prismes à vision directe par Thollon. Anneaux spectroscopiques observés par Lockyer avec réseau dans les trois premiers ordres. Le spectre continu est plus visible qu'en 1878, plus brillant qu'en 1871. Renforcement d'absorption observé dans le groupe B sur le bord de la Lune par Trépied et Thollon.

Signé : LOCKYER, TACCHINI, TRÉPIED, THOLLON. »

Le Gérant, E. COTTIN.
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7340. Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

4 JUIN 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 114.

ORIGINE DES SELS EXISTANT A L'ÉTAT DE DISSOLUTION DANS L'EAU DES MERS, ET A L'ÉTAT SOLIDE DANS LES COUCHES DE NOTRE GLOBE; ORIGINE ET MODE DE FORMATION DES EAUX MINÉRALES SALINES; Conférence faite à la Sorbonne par M. **Dieulafait**, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Mesdames, Messieurs,

La question que nous examinerons ce soir, celle des eaux minérales, est à la fois l'une des plus importantes et des plus anciennes qui existent. Si loin, en effet, qu'on remonte dans les annales de l'humanité, on voit les eaux minérales occuper une place considérable dans la vie des peuples, et arriver même à être de leur part l'objet d'un véritable culte. Cependant, malgré l'antiquité du sujet, malgré l'importance qu'on lui a de tout temps attribuée, malgré l'immense quantité de travaux dont les eaux minérales ont été l'objet, les questions fondamentales qui s'y rapportent restent encore aujourd'hui enveloppées des ténèbres les plus profondes. Il suffit, en effet, d'ouvrir les publications les plus récentes et les plus autorisées pour voir que sur le point le plus capital, l'origine et le mode de formation, nous ne sommes pas, à quinze cents ans de distance, beaucoup plus avancés que ne l'étaient les Romains. La Science moderne, il est vrai, à fait fuir la nymphe antique et chassé de son sanctuaire le petit dieu bienfaisant qui présidait à chaque source, mais, sur son autel resté vide, elle n'a pu réussir encore à élever la statue de la Vérité.

I.

Les eaux minérales rencontrent dans le globe, à des profondeurs plus ou moins grandes, les substances qui les caractérisent au point de vue de la composition, et qui, au point de vue médical, leur donnent toute leur valeur. C'est donc à la science qui s'occupe de la formation de notre globe, c'est-à-

dire à la Géologie, en prenant ce mot dans son sens le plus complet, qu'il faudra demander la solution des questions relatives à l'origine des eaux minérales. Aussi, parmi le nombre considérable de travaux publiés pour expliquer la formation de ces eaux, un seul établi sur cette base se dresse de plus en plus solide à mesure que le temps marche, c'est celui de Brongniart. Quand, en effet, on l'aura débarrassé des erreurs qu'il renferme, et qui sont bien plus des erreurs de nomenclature que des erreurs de pensée, on reconnaîtra que ce grand homme, dans cette question comme dans tant d'autres, devançant complètement la science de son temps, avait nettement vu la vérité dans la complexe question de la formation des eaux minérales.

Le nombre des sources minérales est immense et leurs variétés semblent infinies; cependant il existe certains groupes qui se distinguent et s'isolent pour ainsi dire naturellement. Parmi eux, il faut mettre tout à fait au premier rang les *eaux salines*, car, aujourd'hui plus que jamais, leur étude s'impose, d'une façon absolument nécessaire, au savant, au médecin et plus encore à l'industriel. Les médecins hydrologues ne veulent pas admettre dans leurs classifications les *eaux salines*; c'est un très grand tort, car il n'existe pas, ainsi que nous allons le voir, de division plus naturelle. Les eaux salines sont pour nous celles dont l'eau de mer est le type. C'est cette division que nous allons examiner ce soir; c'est de ce grand groupe que je crois être en mesure de vous exposer l'origine et le mode de formation.

Rappelons d'abord un premier point, qui n'est plus aujourd'hui contesté, c'est que toutes les eaux de sources, minéralisées ou non, sont des eaux dont l'origine est extérieure, c'est-à-dire sont des eaux d'infiltration provenant de l'atmosphère. Quand ces eaux reviennent au jour sans avoir rencontré dans les terrains traversés ni des substances minérales solubles ni des gaz autres que ceux de l'atmosphère, elles constituent les eaux ordinaires; si, au contraire, elles ont rencontré des substances notablement solubles ou des gaz différents de ceux de l'atmosphère, elles reviennent plus ou moins chargées de ces substances : ce sont des eaux minérales. Dans l'étude des eaux minérales, et en particulier dans celle des eaux salines, il n'y a donc pas à se préoccuper de l'origine de l'eau elle-même, puisqu'elle vient de l'atmosphère, mais seulement de l'origine des substances salines rencontrées par cette eau.

C'est un fait connu dès la plus haute antiquité qu'il existe en un grand nombre de points de notre globe des amas souvent considérables de substances salines généralement constituées par du gypse et plus rarement par du sel gemme.

Voici deux très belles projections montrant, la première une coupe intérieure des célèbres mines de sel gemme de Wieliska, en Pologne, et l'autre l'un des gisements de sel les plus remarquables du monde, celui de Cardona, dans les Pyrénées espagnoles. Là le sel, d'une pureté complète, est exploité à ciel ouvert au pic et à la mine, de la même façon qu'ailleurs on exploite la pierre à bâtir : la projection vous montre, au pied de la montagne, ces longues files de gradins parallèles; c'est du sel pur. Voici une troisième projection qui vous donne la vue d'une autre région du gisement de Cardona, où les eaux pluviales ont façonné le sel en pyramides d'une blancheur étincelante, comme vous le voyez au centre de la projection. Vous me demanderez sans doute comment il se fait que le sel de Cardona n'est pas dissous par les eaux de pluie. En réalité, il l'est bien un peu, puisque précisément c'est l'eau qui a produit par dissolution les hautes pyramides qui sont en ce moment projetées sous vos yeux; mais le sel de Cardona est tellement compact que l'eau ne le pénètre nullement et exerce son action exclusivement à la surface; des mesures exécutées autrefois par Cordier établissent que l'épaisseur de la couche de sel dissoute en un siècle n'atteint pas 2^m.

Le gypse et le sel gemme sont les deux substances qui ont jusqu'ici attiré l'attention des industriels et même des savants; mais, nous allons le voir plus loin, ces gisements salins sont en réalité beaucoup plus complexes.

D'où viennent ces substances salines ?

Nous ne pouvons essayer de passer en revue le nombre considérable des hypothèses qui ont été proposées pour répondre à cette question : nous dirons seulement qu'elles peuvent se grouper sous trois chefs principaux : 1° de l'acide sulfurique libre venu des profondeurs du globe a réagi sur du carbonate de chaux tout formé et a produit du gypse; 2° de l'acide sulfhydrique, venant également des profondeurs du globe, a absorbé l'oxygène de l'air, est devenu acide sulfurique, a réagi sur des calcaires formés, et, comme dans le cas précédent, a produit du gypse; 3° des sels tout formés dans l'intérieur du globe ont été amenés à la surface, partie à l'état de dissolution, partie à l'état de sublimation.

Ces trois hypothèses sont absolument gratuites; ensuite, en ce qui concerne la première, il est impossible d'admettre un seul instant que de l'acide sulfurique tout formé, venant des profondeurs du globe, traverse, sans se saturer, une énorme épaisseur de terrains calcaires pour venir faire du gypse au milieu de la formation tertiaire. L'arrivée de l'acide sulfhydrique et son oxydation ultérieure seraient beaucoup plus acceptables, d'autant plus qu'on trouve dans une belle observation de M. Dumas, véritable découverte pour nous géologues,

l'explication naturelle de la formation du gypse dans ces conditions. Cependant, pour peu qu'on examine le côté chimique de la question, cette hypothèse n'est pas plus admissible que la première, car si l'on se figure facilement un morceau de calcaire transformé en gypse sur une de ses parties par de l'acide sulfurique libre, tandis que l'autre partie restera à l'état de calcaire, l'intervention de l'acide sulfurique devient absolument impossible quand, ce qui est le cas ordinaire, le gypse est pénétré dans toutes ses parties de carbonate de chaux.

Reste la troisième hypothèse : les dépôts salins viennent des profondeurs du globe.

Dire que les substances salines en amas dans les terrains sédimentaires viennent des profondeurs du globe, c'est continuer de faire appel à ces actions mystérieuses qu'on trouve toujours en grand nombre autour du berceau de toutes les sciences; mais, outre que cette hypothèse n'explique absolument rien, j'estime qu'elle constitue une erreur absolue. Mes études de géologie chimique m'ont amené à ce résultat, que les sels dissous aujourd'hui dans les eaux des mers, les sels existant en amas solides dans les couches de notre globe et les sels qui minéralisent les eaux salines ont une origine commune, et que, de plus, cette origine est extérieure à la première couche de consolidation de la terre. C'est ce que je vais essayer de vous montrer; mais, pour cela, il est indispensable de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les différentes étapes de l'histoire cosmique de notre terre.

Au point de vue général, et surtout au point de vue particulier des études géologiques, quatre grandes découvertes dominent complètement la science moderne; ce sont, dans l'ordre chronologique : l'*Équivalent mécanique de la chaleur*, l'*Analyse spectrale*, la *Dissociation*, œuvre du regretté Sainte-Claire Deville, et l'ensemble des grandes lois fondamentales de la *Thermochimie*, création de M. Berthelot.

Aujourd'hui, grâce à ces découvertes capitales, le problème de la formation de notre globe devient abordable dans toutes ses grandes lignes. D'où sortira l'esprit supérieur qui, armé de toute la science de notre temps, aura la gloire d'en apporter la solution, nul ne le sait; mais ce qui dès aujourd'hui est absolument certain, c'est que cette grande généralisation sera, dans ses parties vitales, une œuvre éminemment française, puisqu'elle n'est devenue possible que du jour où la Science a eu à sa disposition les deux grands ordres de découvertes de Sainte-Claire Deville et de M. Berthelot.

Il ne peut entrer dans ma pensée, vous le comprenez, d'aborder ici cette grande question, mais je dois en signaler un tout petit côté, celui qui se rattache directement à la ques-

tion étudiée par nous ce soir, celle de l'origine des substances salines.

On a supposé que le Soleil et les planètes qui gravitent autour de lui, la Terre par conséquent, avaient, à l'origine, été réunis dans une même nébuleuse : c'est là l'hypothèse célèbre de Laplace. A l'époque où elle fut formulée, elle n'avait pour elle que quelques faits astronomiques, mais depuis lors l'Analyse spectrale est venue lui apporter une véritable vérification, en montrant que les principales substances qui existent dans le Soleil sont les mêmes que celles qui constituent notre Terre. Toutefois, se représenter notre globe à l'état de vapeur est quelque chose de si extraordinaire, de si opposé à tout ce qui nous est connu, que bien des personnes, d'ailleurs fort instruites, acceptent très difficilement cette conclusion. Eh bien, les découvertes modernes relatives à l'équivalent mécanique de la chaleur permettent de démontrer comment il a dû en être ainsi. Vous savez que, pour faire courir un train de chemin de fer sur les rails, il n'est besoin que de brûler un combustible quelconque dans la locomotive : la chaleur se transforme en travail mécanique; réciproquement, quand le travail mécanique disparaît, il se transforme en chaleur; or la Science moderne a établi que dans les deux cas il y avait équivalence. Quand donc on connaît le poids d'un corps en mouvement et sa vitesse, on peut très facilement calculer quelle quantité de chaleur se développerait par l'extinction de sa force motrice, c'est-à-dire quelle quantité de chaleur deviendrait libre par le seul fait de l'arrêt de ce corps. On a fait ce calcul pour la Terre, et voici le résultat auquel on est parvenu. Notre Terre, transportée à travers l'espace dans un mouvement annuel, parcourt 109440^{km} par heure; or, si elle s'arrêtait subitement, la chaleur qui se développerait par le seul fait de cet arrêt serait suffisante pour élever de 384000° C. un globe de plomb ayant même volume que la Terre : c'est dire que la Terre repasserait immédiatement à l'état de vapeur. Remarquez, je vous prie, qu'il n'y a dans ce que je viens de dire rien d'hypothétique : la conclusion précédente est déduite de données absolument certaines, toutes très vérifiables, et elle est, en outre, tout à fait indépendante des hypothèses faites sur la manière dont s'est formée notre Terre.

La Terre a donc été à l'état de vapeur : elle s'est détachée de la nébuleuse primitive comme les autres planètes; la matière qui la constitue aujourd'hui s'est concentrée autour du premier centre, et, au bout d'un temps énorme, à travers mille réactions qui peuvent être aujourd'hui abordées, mais que je ne puis même indiquer ici, la Terre arriva à l'état liquide, puis enfin, plus tard, commença à se recouvrir d'une croûte solide. Parvenus à ce dernier point, nous cessons d'être écrasés sous

les réactions gigantesques et complexes dont je viens de parler, nous atteignons le domaine complètement accessible à la Science moderne; nous connaissons, en effet, cette première croûte de consolidation ou du moins des roches tout à fait analogues à celles qui la constituent, et les moyens dont la Chimie minérale dispose actuellement nous permettent d'expérimenter avec succès sur ces roches; on a pu, en particulier, savoir vers quelle température avait commencé à se former cette première croûte solide à la surface de notre Terre. Voici quels sont les résultats obtenus dans cette voie. En tenant compte de l'énorme pression atmosphérique qui existait alors, les roches formant la première enveloppe solide de notre globe ont dû se solidifier à une température comprise entre 2000° et 2500° C. Partons de ce point et rentrons dans la question très spéciale que nous étudions, la formation des substances salines ordinaires.

A la température de 2000° et bien au-dessous, le chlore, le soufre et leurs combinaisons hydrogénées et oxygénées actuellement existantes étaient dans l'atmosphère. Ce n'est que beaucoup plus tard que le chlore et le soufre purent contracter des combinaisons et réagir sur la croûte extérieure de notre globe pour former des sulfates et des chlorures. Mais ces sulfates et ces chlorures n'ont pu se produire à leur tour qu'à des époques successives et extrêmement éloignées. Ainsi, pour ne parler que des deux chlorures qui à eux seuls constituent la plus grande partie des substances salines des eaux marines, le chlorure de sodium et le chlorure de magnésium, le premier s'est formé à une haute température, puisqu'il peut supporter cette haute température sans que ces éléments se dissocient; mais il est absolument certain, au contraire, que le chlorure de magnésium n'a pu prendre naissance qu'à une époque prodigieusement plus avancée, c'est-à-dire plus rapprochée de notre temps, quand la température fut descendue aux environs de 100°, quand la plus grande partie de l'eau était déjà condensée, et cela *parce que le chlorure de magnésium ne peut pas supporter sans se décomposer une température de* 100° *en présence de l'eau.*

En continuant notre marche en avant, nous voyons la température s'abaisser de plus en plus, l'atmosphère s'épurer d'une manière incessante, l'eau se condenser et dissoudre par conséquent les sels solubles qu'elle rencontrait déjà formés et ceux qui se produisaient d'une façon continue sous l'action des acides que cette eau apportait avec elle. Or, d'après ce que nous avons établi plus haut, ces sels étaient surtout des combinaisons dans lesquelles intervenaient le soufre et le chlore, c'est-à-dire des sulfates et des chlorures. D'un autre côté, les métaux pouvant se combiner avec le soufre et le chlore étaient nécessairement ceux qui existent dans les roches formant la

première croûte de consolidation, et ces métaux étaient, comme on peut le constater encore aujourd'hui, le lithium, le sodium, le potassium, le magnésium et le calcium. Or, vous le savez, ce sont précisément ces cinq métaux qui, unis au chlore et au soufre, constituent la presque totalité des sels dissous aujourd'hui dans les eaux des mers. Telle est pour moi l'origine des sels qui minéralisent les mers : c'est, on le voit, une origine complètement extérieure ([1]). Je reste devant ce résultat général et je ne cherche pas à expliquer pourquoi les sels dissous dans les eaux des mers s'y trouvent avec les proportions relatives existant aujourd'hui; mais je me hâte d'ajouter qu'en appliquant à certains résultats de Géologie chimique obtenus par l'étude des roches primordiales les grandes lois découvertes par M. Berthelot, il deviendra possible d'expliquer complètement ce côté de la question et d'en tirer, par conséquent, un nouvel et puissant argument en faveur de la vérité du résultat général que je viens de formuler.

Ainsi, Messieurs, dès la plus antique période aqueuse de notre planète, alors que sa température extérieure n'était pas notablement inférieure à 100°, avant, par conséquent, qu'aucune trace de vie fût possible au sein des mers, ces mers avaient déjà très sensiblement la composition qu'elles ont aujourd'hui. Il y a longtemps que les zoologistes avaient admis cette conclusion comme un fait nécessaire, en faisant remarquer que les animaux qui ont laissé leurs restes dans les plus anciens terrains sédimentaires ne diffèrent pas, comme plan général, de leurs congénères des mers modernes, que, par conséquent, ils n'avaient pas pu vivre dans des eaux dont la composition différait sensiblement de celle des mers actuelles; mais, ce que les zoologistes proclamaient comme un fait nécessaire, les découvertes modernes de la Science permettent d'en démontrer la vérité.

Mais, si la totalité des chlorures et des sulfates a, dès l'origine, été en dissolution dans les eaux des mers, nous n'avons plus qu'une seule manière d'expliquer l'origine et le mode de formation des amas salins (toujours constitués par des chlorures et des sulfates) qui existent dans les terrains sédimentaires : c'est qu'ils ont été abandonnés par l'évaporation spontanée de portions d'anciennes mers accidentellement isolées des océans.

([1]) Les phénomènes volcaniques amènent au dehors une grande quantité de produits chlorés et sulfurés, et, comme on admet que ces produits viennent d'une zone très profonde, on en tirera une objection contre l'idée développée ici. Je fais cette observation pour qu'on sache bien que cette objection ne m'a nullement échappé, et pour dire que, quand j'en serai arrivé à ces questions, j'ai dès aujourd'hui la certitude de pouvoir concilier d'une façon complète ces deux ordres de faits.

C'est la conclusion à laquelle je suis arrivé depuis longtemps, non par une vue de l'esprit plus ou moins intuitive, mais entraîné par l'enseignement et la logique des faits et des idées que je viens de résumer. Une fois cette conclusion bien formulée, j'ai pris les conséquences aussi nombreuses qu'importantes qu'elle entraîne et je les ai soumises au contrôle de la vérification expérimentale. C'est cette partie de mes recherches, qui n'ont plus rien d'hypothétique, mais restent au contraire à tout jamais complètement et facilement vérifiables, sur laquelle je veux maintenant appeler votre bienveillante attention.

II.

En abordant le côté expérimental de mes recherches sur les substances salines, et surtout en attribuant à ces dernières l'origine que je viens de formuler, la première chose à faire était d'étudier jusque dans les détails ce qui se passe quand on abandonne les eaux des mers actuelles à l'évaporation spontanée.

Voici, projeté sur l'écran, un tableau que j'ai construit et qui résume à une échelle exacte l'ensemble des phénomènes qui se succèdent quand l'eau de mer s'évapore à la température ordinaire du midi de la France.

D'abord il se précipite un très faible produit, constitué par du carbonate de chaux avec trace de strontiane, et du sesquioxyde de fer hydraté, avec une faible proportion de manganèse. L'eau continue à s'évaporer, mais elle reste parfaitement limpide, et, sans fournir d'autre dépôt que celui dont je viens de parler, elle diminue de $\frac{80}{100}$ de son volume primitif. Ainsi une couche d'eau marine épaisse de 1^m diminuera par évaporation jusqu'à n'occuper plus que $0^m,20$, sans laisser déposer autre chose que le faible précipité signalé plus haut : c'est ce que vous voyez résumé sur l'écran. Mais, ainsi diminuée par évaporation des $\frac{80}{100}$ de son volume primitif, l'eau de mer commence à abandonner un abondant précipité, constitué par une substance parfaitement cristallisée : c'est du sulfate de chaux à deux équivalents d'eau; c'est du gypse, et, comme forme géométrique et composition chimique, il est identique aux gypses qui existent dans les assises de notre globe. A mesure que l'eau s'évapore, le gypse continue à se déposer, mais quand le volume primitif est encore diminué de $\frac{8}{100}$, la précipitation du gypse s'arrête. Il se passe même là un phénomène très curieux : après la séparation des dernières portions de gypse, l'eau ne laisse plus rien déposer, il faut qu'elle perde encore $\frac{2}{100}$ de son volume primitif pour que la précipitation recommence; mais alors ce n'est plus du gypse qui se dépose, c'est du chlorure de sodium, du sel marin. La séparation entre la fin du dépôt du gypse et le commencement du dépôt du sel

marin est si marquée et si facile à saisir qu'elle est utilisée en grand dans l'industrie des marais salants; les paludiers laissent déposer tout le gypse dans des bassins ordinaires, puis font passer l'eau ainsi dépouillée de ce composé dans des bassins spéciaux dont le fond est très propre ou recouvert de feutre naturel; ils obtiennent ainsi un sel très pur, qu'ils peuvent enlever jusqu'au fond quand ils ont fait écouler les dernières eaux mères. Le sel marin, dont le dépôt commence quand l'eau a perdu les $\frac{90}{100}$ de son volume primitif, se continue jusqu'à ce que ce dernier dixième soit encore réduit de moitié. Le sel qui se dépose dans cet intervalle est du sel industriellement pur, c'est le sel commercial. Si l'on va plus loin, il continue à se déposer du sel marin, mais il commence à se précipiter avec lui du sulfate de magnésie, et, quand il ne reste plus que les $\frac{3}{100}$ du liquide primitif, il se dépose un mélange à équivalents égaux de chlorure de sodium et de sulfate de magnésie : c'est le sel mixte. Enfin, quand l'eau concentrée est arrivée à ne plus occuper qu'un peu moins des $\frac{2}{100}$ du volume primitif, il se dépose un sel d'une haute importance industrielle : c'est la *carnallite* ou chlorure double de potassium et de magnésium. L'évaporation spontanée ne peut pas aller beaucoup plus loin; il reste par conséquent une eau mère qui ne se desséchera jamais à la température ordinaire, même dans les régions les plus chaudes de notre globe. Cette eau mère contient surtout du chlorure de magnésium.

Si dès lors on suppose une portion quelconque d'eau marine évaporée jusqu'au point où elle ne perd plus rien à la température ordinaire, on aura la succession des dépôts suivants dans l'ordre naturel :

Sels déliquescents, surtout riches en chlorure de magnésium,
Carnallite imprégnée de sels déliquescents,
Sel mixte,
Sel marin mélangé de sulfate de magnésie,
Sel marin pur,
Gypse,
Dépôt de calcaire avec oxyde de fer.

L'examen de ce tableau et les faits qui viennent d'être exposés entraînent un grand nombre de conséquences : je veux seulement vous en signaler deux. La première, c'est que les différents groupes de substances comprises dans ce tableau doivent être de plus en plus rares à mesure qu'on s'élève de la base au sommet, puisque chacun d'eux correspond à une période d'évaporation plus avancée et que les chances favorables pour sa production deviennent rapidement de moins en moins nombreuses à mesure qu'on s'élève. La seconde conséquence, et j'appelle sur elle toute votre attention, car je la regarde

comme capitale, est la suivante : quand on rencontrera un des groupes supérieurs de notre tableau, on devra retrouver au-dessous tous les autres groupes qui, dans l'ordre d'évaporation, se sont déposés avant lui. Or, Messieurs, quand on étudie les gisements salins qui, en si grand nombre, existent dans notre globe, ces deux conséquences se vérifient toujours. Ainsi, pour ne citer que les deux groupes à tous les points de vue les plus importants, le gypse et le sel gemme, on connaît un grand nombre de gisements de gypse sans sel gemme (ce qui vérifie notre première conclusion), mais on ne connaît pas de gisements de sel gemme sans gypse (ce qui justifie la seconde). Il y a beaucoup plus : on connaît aujourd'hui un vaste gisement salin correspondant à la période résumée par notre tableau général, c'est-à-dire correspondant à une période d'évaporation complète : c'est celui de Stassfurth, en Prusse, dont la projection que vous avez sous les yeux résume la disposition générale. Or on trouve dans cet immense gisement la succession complète des dépôts salins qu'abandonnent les eaux des mers quand elles s'évaporent spontanément, et dans le même ordre relatif de succession. Mais, en outre, l'étude du gisement de Stassfurth révéla un fait complètement nouveau : la présence, à sa partie tout à fait supérieure, au milieu des sels déliquescents, d'un dépôt notable d'une substance aussi rare que précieuse pour l'industrie, d'un dépôt d'acide borique combiné à la magnésie. Tous les géologues et tous les ingénieurs qui, en grand nombre, se sont occupés, à des titres divers, du gisement de Stassfurth, ont été unanimes à faire intervenir les agents volcaniques et à faire appel aux profondeurs du globe pour expliquer l'origine de l'acide borique et la place qu'il occupe à la partie supérieure du gisement; tous même ont fait jouer aux agents volcaniques un rôle plus ou moins prépondérant dans la formation de l'ensemble. Cette conclusion était d'autant plus naturelle que les lois ordinaires de la Chimie s'opposent à ce que l'acide borique, quand même il existerait dans les eaux des mers, se concentre dans les dernières eaux mères : la Chimie, comme l'a très bien fait remarquer M. Bischof, l'un des savants allemands qui se sont occupés avec le plus de succès de l'origine du gisement de Stassfurth, la Chimie nous disait que, « le borate de magnésie étant presque insoluble dans l'eau, s'il s'était trouvé en dissolution lors de la formation du gisement, il aurait dû se déposer dans les couches inférieures et non à la partie supérieure où seulement on le trouve aujourd'hui ». Toutefois, guidé par cette grande notion exposée dans la première partie de cette conférence, *qu'il ne pouvait y avoir de substances salines dans l'intérieur de notre globe plus bas que les terrains sédimentaires*, je fis taire mes protestations de chimiste et je me mis à

chercher si, contrairement à toutes les prévisions, il n'existait pas d'acide borique dans les dernières eaux mères des marais salants du midi de la France. L'événement justifia cette induction *géologique* au delà de toutes les prévisions possibles. Non seulement l'acide borique existe dans les dernières eaux mères des marais salants, mais il y existe en quantité relativement si considérable que pour le reconnaître d'une façon absolument nette, soit par la méthode de la flamme de l'hydrogène que j'ai décrite, soit par l'analyse spectrale, une seule goutte d'eau mère, telle qu'elle sort des bassins d'évaporation, est plus que suffisante. Ainsi, non seulement la présence de l'acide borique dans la partie supérieure du gisement de Stassfurth cessait d'être une objection à l'idée que ce gisement était le résultat pur et simple de l'évaporation des eaux des anciennes mers, mais sa présence et la place qu'il occupait apportaient au contraire à cette idée une confirmation aussi éclatante qu'imprévue, puisque je reconnaissais que l'acide borique existe en quantités sensibles dans l'eau des mers, qu'il se concentre dans les dernières eaux mères à la partie tout à fait supérieure du dépôt normal, au milieu des sels déliquescents, et que c'est exactement là, accompagné des mêmes circonstances de gisement, qu'il existe à Stassfurth. Mais ce n'était pas tout, le fait que je venais de découvrir entraînait des conséquences qui, au point de vue scientifique, étaient tout à fait générales et au point de vue industriel méritaient d'être sérieusement retenues. Au point de vue scientifique l'acide borique cessait d'être un produit très rare pour suivre les substances salines sorties de l'eau des mers, et en devenir en outre leur caractéristique au point de vue de l'origine; l'acide borique et les substances salines qui l'accompagnent toujours partout où on le connaît, en Toscane comme au Chili, au Thibet comme en Californie, cessaient d'être des produits volcaniques, et j'osais attaquer de front cette erreur aussi vivante que complète, que l'acide borique et les produits salins auxquels il est toujours associé sont des produits volcaniques. Au point de vue industriel, je montrais que l'acide borique se trouvait partout où des eaux marines s'étaient évaporées, dans toutes les régions où existent des lacs salés par conséquent, et en particulier dans l'Afrique française. Toutes ces déductions ont été étudiées et trouvées complètement vraies. Moi-même, dans un grand travail d'ensemble portant sur une partie considérable de l'Europe occidentale et de l'Afrique septentrionale, j'ai étudié la question de l'acide borique, d'abord au point de vue de sa présence dans les gisements salins et dans les eaux minérales salines, ensuite au point de vue de l'influence que les phénomènes volcaniques auraient exercée sur son arrivée là où il existe aujourd'hui. Ma

conclusion a été la suivante : les terrains salifères sont riches en acide borique et, à ce point de vue, hors de toute comparaison avec les terrains sédimentaires non salifères. Sous ce rapport, il n'y a pas la moindre différence entre les terrains salifères qui ont été soumis à l'action des forces volcaniques et ceux qui sont toujours restés absolument en dehors de leur action. Les eaux salines naturelles du midi de la France, du Dauphiné, du Jura, de la Suisse, de l'Allemagne, etc., minéralisées dans des terrains demeurés constamment en dehors des actions éruptives, sont aussi riches en acide borique que celles des terrains ophitiques et serpentineux (avec ou sans émanations gazeuses) de l'Engadine et des Pyrénées. Les eaux mères de Salins et de Montmorot (Jura) renferment autant d'acide borique que celles de Salies et de la Sicile. L'action des roches volcaniques comme en Italie, l'action des roches dont l'origine éruptive est contestée comme celles de l'Engadine et des Pyrénées, l'action des émanations gazeuses en relation plus ou moins certaine avec les phénomènes volcaniques sont sans la moindre influence sur la quantité d'acide borique contenue dans les terrains qui ont été soumis à ces influences complexes. Un seul fait d'observation ne subit aucune exception, une seule relation reste constante, c'est *la* CONCENTRATION *de l'acide borique dans les terrains salifères, et* EXCLUSIVEMENT *dans ces terrains.*

Je ne m'en suis pas tenu, on le comprend, à l'étude de l'acide borique : j'ai pris les dépôts salins naturels existant dans notre globe et ceux qu'abandonnent les eaux des mers modernes; dans les unes et les autres j'ai recherché comparativement, exactement à l'aide des mêmes méthodes, les substances rares ou non encore signalées dans ces dépôts. Ce travail, dont plusieurs parties sont publiées, est loin d'être terminé, mais les résultats déjà obtenus me montrent que de part et d'autre ce n'est pas une analogie qui existe, c'est une identité complète. Les choses sont à ce point que, quand cette étude chimique sera achevée, elle apportera à elle seule la démonstration complète que les substances salines existant en amas dans notre globe n'ont pas d'autre origine que l'évaporation des eaux des mers anciennes. Mais, du reste, il s'en faut de beaucoup que les études chimiques constituent le seul fond auquel il soit possible, dès aujourd'hui, de demander des arguments en faveur de la thèse que nous soutenons. La nature actuelle nous offre en abondance, et sur une échelle plus vaste même qu'aux anciens âges, des phénomènes qu'il suffit de savoir analyser pour voir reparaître jusque dans les moindres détails ceux qui ont accompagné et déterminé la précipitation des substances salines dans les estuaires des mers anciennes. Parmi tous ceux qui se présentent à ma pensée, j'en choisirai

seulement trois, les embouchures du Rhône, la mer Caspienne et la mer Morte.

(*La suite au prochain numéro*).

Observation de l'éclipse de Soleil du 17 mai 1882 par les élèves de la Faculté des Sciences de Montpellier. Note transmise par M. le Professeur **Viguier** et communiquée à l'Association par M. le Directeur de l'Observatoire de Paris.

Le 17 mai dernier, les élèves en Mathématiques de la Faculté des Sciences de Montpellier se trouvaient réunis, dès 5^h du matin, dans leur modeste observatoire, sur l'arc de triomphe du Peyrou, pour étudier l'éclipse de Soleil annoncée. Au moyen des lunettes dont nous disposions (une Cauchoix, entre autres, excellente et grossissant environ 150 fois), nous avons pu nous rendre compte de quelques phénomènes d'un grand intérêt que les astronomes ne manqueront pas de signaler. Le plus important se rapporte aux belles taches que la Lune est venue successivement éclipser. On les voyait graduellement disparaître, et, dès que ce satellite cachait la pénombre, le bord du Soleil présentait une échancrure de plus en plus prononcée, produite par le noyau de la tache, et offrait alors, en ce point, quelque analogie avec les bords découpés du croissant lunaire. On voyait des groupes magnifiques de taches, dont quelques-unes étaient du reste assez belles pour pouvoir être vues à l'aide d'un verre enfumé ou coloré. Mais l'une d'elles surtout a attiré notre attention par les modifications qu'elle a subies pendant la courte durée de l'observation. Elle présentait d'abord, au tiers de sa longueur environ, un assez fort étranglement, de forme légèrement convexe. Bientôt nous le vîmes s'accentuer; une séparation de la tache en deux autres bien distinctes ne tarda pas à se produire. Nous avons donc assisté à l'un de ces rares phénomènes qui sont, comme on le sait, du plus grand intérêt pour l'étude de la constitution intime du Soleil et des révolutions qui se produisent à sa surface. « C'est, d'après les astronomes, un *pont*, qui, en si peu de temps, s'est trouvé jeté sur un abîme capable d'engloutir plusieurs planètes de la grosseur de la nôtre. »

Nous avons été heureux de voir nos observations confirmées par celles d'autres élèves ou professeurs qui, à l'aide d'un bon télescope, situé au Jardin des plantes, étudiaient par projection sur un écran les taches solaires et les diverses phases de l'éclipse.

Nous avons fait de plus une remarque curieuse pour les simples amis de la Science : l'un de nous eut l'idée de fermer un lorgnon, à verres en couleur légèrement teintés en noir, afin de diminuer le trop grand éclat du Soleil; mais alors, à

part la vue encore éblouissante de l'astre, on voyait une image blanche, assez pâle, et, à peu près à égale distance de chaque côté, deux autres images violacées. Leur position par rapport au Soleil, qui restait fixe, et leur nombre, qui a pu s'élever jusqu'à quatre, variaient à mesure que l'on faisait tourner les deux verres superposés; elles disparaissaient même pour certaines positions. Ce phénomène, assez curieux dans les circonstances où on l'observait, qui se reproduit naturellement dans toute autre, n'est pour les physiciens qu'un simple jeu de lumière, et nous ne l'aurions pas mentionné si nous n'avions remarqué qu'il peut être utilisé avantageusement pour l'observation vulgaire. Les images, en effet, étaient pâles, mais bien distinctes et très visibles, de sorte que le moment du contact et celui de la sortie ont été déterminés avec précision, et les diverses phases de l'éclipse se voyaient très clairement.

Ajoutons encore que les instruments de Météorologie dont nous étions munis ne paraissent pas avoir accusé, pendant tout le temps de l'éclipse, des variations assez sensibles pour qu'elles ne puissent pas être rapportées à la marche habituelle des phénomènes de l'atmosphère à l'heure et dans les conditions où se faisaient les observations. La porte du Peyrou fournit de tout temps une excellente station, d'où il est possible, lorsque le ciel s'y prête, de voir les Pyrénées et la ligne des Cévennes jusqu'au mont Loyère, et qui peut être mise en complète correspondance avec les Cévennes. A 60^{km}, on apercevait distinctement, avec une lunette terrestre ordinaire, les restes de la tour de Cassini, signal classique en Géodésie du célèbre *Mort-de-Diou*, où, grâce à l'initiative d'un de nos professeurs, va bientôt s'élever l'Observatoire météorologique destiné à relier le bassin méditerranéen au bassin océanique. La silhouette de l'Aigoual était cependant un peu voilée par la brume qui se montrait à l'horizon, et à laquelle n'était pas étrangère la poussière que soulevait à ce moment un fort vent du Nord-Est.

Notre observation a été d'ailleurs favorisée par un temps magnifique, quoique un peu froid, à cause de ce vent.

La nouvelle Comète.

La Comète *a*, de 1882 dont nous avons annoncé la découverte dans le *Bulletin* n° 107, p. 36, est maintenant visible à l'œil nu. Elle est passée, dit la *Revue d'Astronomie populaire*, le 15 mai près des étoiles 50 et A de Cassiopée, le 20 près de ι. Le 1er juin elle glisse dans le voisinage de la Chèvre et le 7 elle passera tout près de ι du Cocher; filant en ligne droite vers le couchant, elle traversera à grande vitesse le Cocher et le Taureau, pour

se plonger le 10 juin dans les feux du Soleil et disparaître à nos yeux.

Sa vitesse est considérable, comme on peut en juger :

Vitesse de la Comète dans l'espace (par jour).

Dates.	Distance au Soleil		Vitesse planétaire	Vitesse cométaire	
	♁ = 1.	en kilomètres.	en kilomètres.	en kilomètres.	en lieues.
18 mars........	1,9500	288 000 000	1 319 000	1 865 000	466 000
10 avril........	1,3760	204 000 000	2 212 000	3 128 000	782 000
12 mai.........	1,0000 (♁)	148 000 000	2 572 000	3 637 000	909 250
22 »	0,7233 (♀)	107 000 000	3 000 000	4 242 000	1 060 500
2 juin.........	0,3871 (☿)	57 000 000	4 048 000	5 724 000	1 431 000
10 »	0,0600	9 000 800	10 416 000	14 728 000	3 682 000

Le tableau qui précède représente les distances les plus intéressantes pour nous ; nous avons pris soin d'y insérer celles qui correspondent aux orbites de la Terre, de Vénus et de Mercure. On voit que la vitesse de la comète dans l'espace, qui n'était que de 466000 lieues par jour à la première date, s'était déjà élevée à 909000 lieues le 12 mai et à plus de 1 million le 22. Le 2 juin, cette vitesse est de 1431000 lieues par jour. Le 10, lorsqu'elle passera au périhélie, à la distance de 2250000 lieues du centre du Soleil, elle se précipitera avec une vitesse s'élevant au taux de 3682000 lieues par jour, soit 153000 lieues à l'heure, contournant le foyer solaire dans l'éblouissement d'une splendeur sans égale ; et, désormais, elle ira en s'éloignant avec une lenteur croissante. Ce tableau indique les vitesses planétaires correspondant aux distances. Il y a une formule bien simple pour les calculer : $V = v\sqrt{\frac{1}{D}}$, formule dans laquelle v représente la vitesse moyenne de la Terre, et D la distance en fonction de celle de la Terre au Soleil. Quant à la vitesse cométaire, chacun sait qu'elle égale $V\sqrt{2}$.

Notre Comète va augmenter d'éclat, progressivement et rapidement. Elle deviendra beaucoup plus lumineuse que celle de l'année dernière, et il est même probable qu'on pourra l'apercevoir *en plein jour à l'œil nu.* Elle augmentera, disons-nous, d'éclat de jour en jour ; mais, malheureusement, le clair de lune va arriver et grandir en même temps qu'elle, et, d'autre part, elle se précipite sans perdre une minute vers l'astre qui l'attire, de telle sorte qu'au commencement de juin, à l'époque de sa splendeur, son noyau, plongé dans le rayonnement solaire, aura disparu au-dessous de notre horizon après le coucher du Soleil. On pourra voir alors une immense colonne de lumière s'élevant obliquement dans le ciel du Nord-Ouest. Peut-être même pourra-t-on, le 9, le 10 et le 11 juin, contempler en plein soleil la Comète visible dans le

voisinage de l'astre éblouissant. Faisons des vœux pour que le ciel soit pur : ce sera là un spectacle astronomique de la dernière rareté.

Après s'être plongée le 10 juin dans les feux du Soleil, elle s'enfuira de l'autre côté du monde et se montrera soudain, éclatante, aux yeux des habitants de l'autre hémisphère. Son éclat, à cette date, sera trois mille fois supérieur à celui du jour de la découverte.

La Comète est passée le 21 mai à sa plus petite distance de la Terre (32933700 lieues); sa route était alors à peu près perpendiculaire à notre rayon visuel. Depuis, elle s'éloigne de nous, tout en se rapprochant du Soleil.

Le 11 juillet prochain, elle reviendra vers l'orbite terrestre, et même la traversera. Le noyau ne passera pas à plus de 178000 lieues de l'orbite terrestre : c'est moins de deux fois la distance de la Lune. La Terre et la Lune pourraient donc être plongées dans les vapeurs cométaires, et nul ne peut prévoir les conséquences physiologiques du mélange chimique de ces vapeurs avec l'atmosphère que nous respirons. Malheureusement pour l'expérience, la Terre ne passera pas en ce moment en ce point de son orbite, et elle en sera alors éloignée de millions et de millions de lieues.

L'Association scientifique a reçu les cinq premiers numéros de la *Jeune Revue scientifique et littéraire*, Journal de vulgarisation et d'éducation paraissant tous les samedis. Ce Recueil est publié sous la direction de M. Boudréaut, conservateur des Collections de Physique à l'École Polytechnique, et de M. de la Hautière, professeur agrégé de Philosophie au lycée Fontanes.

L'Association a également reçu de M. Gauthier-Villars un intéressant Volume de M. G. Tissandier : *Les poussières de l'air*, Ouvrage accompagné de figures et de Planches hors texte.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

11 JUIN 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 115.

ORIGINE DES SELS EXISTANT A L'ÉTAT DE DISSOLUTION DANS L'EAU DES MERS, ET A L'ÉTAT SOLIDE DANS LES COUCHES DE NOTRE GLOBE; ORIGINE ET MODE DE FORMATION DES EAUX MINÉRALES SALINES. Conférence faite à la Sorbonne par M. Dieulafait, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Suite ([1]).

III.

Embouchures du Rhône. — La carte des embouchures du Rhône, que M. Molteni projette sur l'écran, vous montre que jusqu'à une distance moyenne de 30^{km} à partir de la Méditerranée les terres sont découpées par un grand nombre de lacs, dont le principal, celui de Valcarès, a une superficie qui dépasse 60^{kmq}. Comment se sont formés ces lacs? Exclusivement par l'action des alluvions apportées par le Rhône. Grâce aux documents que j'ai réunis, cette importante question peut être complètement précisée.

D'abord, on sait quel est le volume de matériaux solides apportés annuellement par le Rhône, dans la Méditerranée, et voici comment ce premier résultat a été obtenu. Pendant plusieurs années les ingénieurs du service hydraulique ont fait prendre à midi un litre d'eau du Rhône, et ce litre était versé sur un filtre exactement taré après avoir été desséché à 110°; quand toute l'eau était passée, on desséchait de nouveau à 110° le filtre et ce qu'il avait retenu et on pesait le tout; l'excès de la seconde pesée sur la première représentait naturellement le poids des substances qui se trouvaient en suspension dans un litre d'eau du Rhône. En réunissant tous les poids au bout de 365 jours, on savait quelle était la quantité de matière solide amenée en une année dans la Méditerranée par un litre d'eau du

---

([1]) Voir le *Bulletin* n° 114.

Rhône; comme, d'un autre côté, par des jaugeages dans les détails desquels je n'entre pas, on sait combien en une année le Rhône amène de mètres cubes d'eau, on a tous les éléments pour obtenir le poids et le volume des matières solides apportées par le Rhône. Or, Messieurs, ce volume est colossal : il n'est pas inférieur à 21 millions de mètres cubes. La totalité de cette énorme masse ne reste pas au bord du rivage, une partie et même la plus considérable est emportée dans la mer, mais les sondages montrent qu'elle n'est pas entraînée bien loin, elle exhausse continuellement et rapidement le fond de la mer; quant à la partie qui n'est pas emportée, vous comprenez qu'elle s'ajoute à la terre ferme pour la prolonger, pour faire, comme on dit, reculer la mer. Voici la projection d'une Carte montrant l'énorme travail d'avancement qui s'est produit dans le delta du Rhône depuis le IVe siècle de notre ère; la surface colorée en bleu sur la Carte correspond à cet avancement; elle dépasse 10^{km} en largeur. Mais, ainsi que le montre la Carte projetée sur l'écran, les alluvions du Rhône ne s'étendent pas régulièrement au bord du rivage, tant s'en faut, ils se déposent surtout aux environs des points où le fleuve débouche dans la mer; il se forme là de longs promontoires qui, s'élevant et s'élargissant peu à peu, finissent par former avec le temps de véritables digues, lesquelles enferment, entre la terre et elles, des portions souvent très considérables d'eau marine. Ainsi se sont formés ces étangs que vous voyez sur la Carte, au nombre de plus de cent, dans le delta du Rhône. Avec le temps, un certain nombre d'entre eux se trouvent complètement isolés, tandis que les autres restent en communication avec la mer par des canaux dont la Carte, mieux que toutes les descriptions, vous montre l'extrême complication.

Que se passera-t-il dans ces étangs ?

Sous l'influence de la chaleur de l'été, l'eau s'évapore et le niveau dans chaque étang s'abaisse; si ces étangs étaient complètement isolés entre eux et ne communiquaient plus avec la mer, chacun produirait, après un temps variable avec la profondeur, un dépôt de gypse, puis au-dessus un dépôt de sel marin, en un mot la série que nous avons décrite précédemment, et comme ces étangs sont en général assez peu profonds, les dépôts salins seraient toujours très faibles; remarquons bien, du reste, que l'enseignement qu'on aurait le droit d'en tirer au point de vue des idées que nous soutenons n'en serait pas moins concluant; mais les choses ne se passent pas ainsi. Vous voyez qu'un grand nombre de ces étangs sont en communication entre eux et avec la mer; il résulte de cette disposition que quand les eaux s'évaporent dans les étangs le niveau se rétablit à l'aide des eaux qui arrivent de la mer. De cette façon, un étang dont le fond

n'est qu'à 1m au-dessous du niveau de la mer pourra se trouver rempli de substances salines si le canal de communication ne vient pas à s'obstruer. Mais sans sortir des bouches du Rhône, nous avons des résultats du même ordre sur une échelle bien autrement puissante. Ainsi l'étang de Lavalduc, sur lequel nous allons revenir, a aujourd'hui sa surface liquide à 15m *au-dessous* de la Méditerranée, et il en est arrivé à la période du dépôt du gypse.

Les faits qui viennent d'être exposés sont, vous le voyez, d'une simplicité absolue; ils montrent comment les dépôts salins se forment sous nos yeux; il n'est donc nullement nécessaire, pour expliquer leur mode de formation, d'invoquer ni des changements de reliefs ni des perturbations quelconques dans la croûte de notre globe : il suffit de se rendre un compte exact de la manière dont se forme un delta et des circonstances qui sont une conséquence de ce mode de formation; et très heureusement, si le delta du Rhône n'est pas le plus vaste de ceux de la période moderne, c'est l'un des plus remarquables et des plus complets au point de vue de la formation spontanée des dépôts salins. Si même on voulait entrer dans les détails, on continuerait à trouver une concordance complète entre ce qui se passe dans le delta du Rhône et ce qui nous est révélé par l'étude des terrains salifères des anciens âges. Ainsi les dépôts salins se formeront dans ces étangs plus ou moins complètement isolés; on aura donc un *horizon* salifère dans le delta du Rhône, mais les dépôts salins seront en général séparés; d'un autre côté, chacun d'eux se montrera presque toujours avec forme lenticulaire, par cette raison très simple que les étangs des estuaires, par leur mode même de formation, prennent nécessairement cette forme, etc. C'est là, on le sait, les deux caractères principaux présentés par la plus grande partie des gisements existant dans les couches sédimentaires de notre globe. Maintenant, sous l'influence du moindre incident, une crue exceptionnelle du fleuve, une simple tempête en mer, etc., qu'un étang fermé et qui a déjà déposé son gypse vienne à être remis en communication avec la mer, la vie va reparaître dans cet étang et les mollusques laisseront leurs coquilles au-dessus du gypse; mais l'évaporation reprenant, la vie disparaîtra une seconde fois, et de nouvelles couches de gypse se précipiteront au-dessus des marnes renfermant les coquilles marines. Ce dernier cas va être réalisé dans les embouchures du Rhône. L'étang de Lavalduc, complètement isolé de la mer depuis des siècles, est aujourd'hui descendu, comme je l'ai dit, à 15m au-dessous de la Méditerranée : son fond est recouvert par une couche de gypse. Au-dessous existe une épaisse couche de boue qui, dans les parties desséchées de l'étang, constitue une véritable marne,

mais au-dessous de cette boue et dans les environs de l'étang, à un niveau correspondant à l'époque où l'eau était de l'eau marine à peu près normale, les coquilles marines abondent. Or, pour répondre à des besoins industriels, on va, à l'aide d'un canal, remettre l'étang de Lavalduc en communication avec la Méditerranée; le niveau remontera de 15^{m}, et, comme l'eau mère qui se trouve actuellement dans l'étang ne sera plus en quantité suffisante pour modifier notablement cette masse d'eau normale, la vie reparaîtra abondante dans l'étang; mais l'évaporation reprendra immédiatement son cours, et, comme le canal long et étroit ne permettra pas le moindre contre-courant de l'étang à la mer, la concentration ira s'accentuant d'année en année, puis la vie disparaîtra, et plus tard encore, quand l'eau de l'étang sera une seconde fois arrivée au point où elle est aujourd'hui, une nouvelle couche de gypse se déposera, recouvrant les dépouilles des animaux marins qui se seront déposées sur les boues actuelles et la première couche de gypse. Quand les géologues de l'avenir étudieront le gisement salin de Lavalduc, ils trouveront la succession suivante de bas en haut : 1° une couche marneuse remplie de fossiles marins; 2° une couche de marnes sans fossiles; 3° une couche de gypse; 4° une couche de marnes avec fossiles marins; 5° une couche de gypse très probablement avec marnes à la base. Voilà ce qui arrivera certainement dans le cas net et précis de l'étang de Lavalduc; mais on comprend facilement que la série des phénomènes que nous venons d'indiquer peut se répéter un nombre de fois bien plus considérable. Enfin, il est à peine besoin d'ajouter qu'un estuaire marin sur le fond duquel se sera déposé du gypse pourra recevoir non plus des eaux marines, mais des eaux douces, et alors on aura, au-dessus des gypses, des dépôts renfermant des fossiles d'eau douce. On voit dès lors combien est nulle la valeur de l'argument constamment mis en avant pour nier que les gypses soient des produits d'évaporation des eaux marines, argument qui consiste à dire que les gypses sont dans bien des cas recouverts par des dépôts d'eau douce.

Mer Caspienne. — L'étude de la mer Caspienne va nous fournir une nouvelle preuve de la manière absolument simple dont les substances salines se sont déposées dans les anciens âges. C'est, du reste, un cas particulier du phénomène général que nous venons d'étudier dans les embouchures du Rhône, mais il se présente ici sur une échelle colossale.

Voici la projection d'une carte de la mer Caspienne et de sa région. Vous voyez, à l'est de cette mer, un golfe relativement petit, mais dont la superficie est cependant au moins de 20000^{kmq}. Ce golfe, objet d'effroi pour toutes les populations qui

en si grand nombre ont longé les bords de la Caspienne, ne renferme plus d'êtres vivants, au moins d'êtres un peu élevés en organisation; ses bords mêmes sont frappés d'une stérilité complète : c'est le fameux Karaboghaz, le gouffre noir. Le Karaboghaz ne communique avec la Caspienne que par un canal dont la largeur, en certains points, ne dépasse pas 150^m, et dont la profondeur, au voisinage du Karaboghaz, n'est que de 1^m,50. D'un autre côté, les chaleurs excessives de l'été et les conditions spéciales présentées par le désert dont fait partie le Karaboghaz déterminent dans ce golfe une évaporation extrêmement énergique, dont le résultat est d'abaisser son niveau d'une manière incessante. Cet abaissement détermine un appel des eaux de la Caspienne, et, comme la faible profondeur du canal de communication s'oppose à ce qu'il se produise un contre-courant du Karaboghaz à la Caspienne, tout le sel qui arrive en dissolution dans les eaux venant de la Caspienne reste nécessairement dans le golfe; aussi aujourd'hui les eaux du Karaboghaz sont à peu près saturées : voilà pourquoi la vie a disparu de son sein et même s'est éloignée de ses bords, saturés à leur tour de substances salines. — Connaissant la vitesse moyenne du courant dans le canal, la largeur et la profondeur de celui-ci, la quantité de substance saline contenue dans un mètre cube de l'eau de la Caspienne, rien n'était plus facile que de calculer quelle est la quantité de substances salines qui passent en vingt-quatre heures de la Caspienne dans le Karaboghaz *pour y rester toujours*. Cette quantité est colossale : elle est au minimum de 350 000 tonnes par vingt-quatre heures !

Demandons-nous maintenant ce qui, dans l'avenir, adviendra du Karaboghaz. La réponse est facile. Si le canal de communication se maintient constamment libre, le Karaboghaz, aujourd'hui à peu près saturé, laissera déposer le gypse, mais l'arrivée constante de l'eau de la mer Caspienne ne permettra que dans un temps extrêmement éloigné à l'eau de ce golfe d'atteindre le point de concentration voulu pour que le sel marin se dépose; il se produira donc avant tout, dans le Karaboghaz, un colossal dépôt de gypse auquel nous n'aurions rien à opposer dans les temps anciens. Si, au contraire, le canal de communication vient à s'obstruer, l'évaporation dans le Karaboghaz deviendra d'autant plus rapide qu'il ne reçoit aucun affluent important d'eau douce; dès lors, au bout d'un temps qui ne sera pas immense, on aura là un gisement salin identique à celui de Staissfurth, c'est-à-dire ayant à sa base de puissants dépôts de gypse et à la partie supérieure les sels déliquescents avec acide borique. — On peut dès aujourd'hui dire presque avec certitude que c'est cette dernière éventualité qui se réalisera. En effet, à cause des chaleurs excessives,

pu se réaliser que dans des conditions très exceptionnelles : c'est exactement ce que l'observation géologique confirme; les dépôts salins sont relativement très rares. Ces dépôts salins se sont-ils produits à toutes les époques ? On devait le croire et on l'a cru pendant longtemps; mais c'était une erreur. A part quelques faibles dépôts sur lesquels je n'insiste pas ici, les substances salines se montrent en Europe dans deux horizons seulement, dans la période permienne-triasique et dans la partie moyenne de la formation tertiaire. Ce grand résultat, une des conquêtes les plus importantes de la Géologie, est dû aux travaux personnels et à l'initiative de deux des plus illustres maîtres de la science moderne, à M. Hébert, en France, et à M. Alph. Favre, en Suisse.

Vous voyez sur le tableau des terrains sédimentaires projeté devant vos yeux que la formation permienne-triasique est séparée de la partie salifère de la formation tertiaire par l'immense ensemble des terrains constituant la formation jurassique, la formation crétacée et la base de la formation tertiaire; par conséquent, les deux horizons salifères sont prodigieusement éloignés dans l'ordre des temps. D'un autre côté, l'étude géologique des bassins hydrologiques des principales sources salines de l'Europe occidentale m'a montré que ces bassins appartiennent toujours à l'un ou à l'autre horizon salifère de la période permienne-triasique ou de la formation tertiaire. Dès lors, on arrive de la manière la plus naturelle et la plus certaine à cette conclusion, que les sels dissous dans les eaux minérales salines, et qui leur donnent à la fois leur caractère et leur valeur, sont des sels qui, primitivement dissous dans les eaux des mers, ont été abandonnés par elles sous l'influence seule de l'évaporation spontanée.

Voici la projection d'une Carte de l'Europe occidentale sur laquelle j'ai marqué, à l'aide de points rouges, tous les lieux où existent des eaux minérales salines. Or, l'étude de leurs bassins hydrologiques montre qu'elles se minéralisent dans la formation permienne-triasique : c'est la presque totalité, et le reste dans l'horizon salifère de la période tertiaire.

Résumant les faits principaux sur lesquels j'ai particulièrement appelé votre attention, je dirai :

Au moment où la première couche de consolidation a commencé à se former autour de notre globe, le chlore et le soufre aujourd'hui combinés étaient dans l'atmosphère. Quand la température fut suffisamment abaissée, ces deux corps réagissant sur la croûte extérieure de notre globe formèrent, à des intervalles d'ailleurs extrêmement éloignés, des combinaisons (sulfates et chlorures), en s'unissant aux métaux qui existaient et qui existent encore, dans les roches constituant cette première enveloppe. Ces métaux, combinés exclusivement au soufre et

au chlore, sont précisément ceux qui minéralisent aujourd'hui encore les eaux des mers (lithium, potassium, sodium, magnésium, calcium). Ces sels, dissous par les eaux dès l'âge le plus ancien de la période aqueuse de notre planète, ont donc une origine exclusivement extérieure. Plus tard, sous l'influence de causes souvent extrêmement minimes en elles-mêmes, des portions de ces mers ont été isolées des océans; elles se sont évaporées, et, suivant que la concentration a pu s'effectuer d'une façon plus ou moins complète, il s'est déposé des sels, parfois de nature assez complexe, mais qui toujours présentent ce caractère typique, *qu'ils débutent par des dépôts de gypse*. Telle est l'origine des amas salins qui existent en différents points de notre globe. Toutes les fois que les eaux d'infiltration atteignent ces dépôts salins, elles en dissolvent des quantités plus ou moins considérables et, quand elles reviennent au jour, elles constituent ce qu'on appelle les *eaux minérales salines*.

Mesdames, Messieurs, en terminant, je prie les illustres et vénérés maîtres qui sont à la tête de l'Association scientifique de France d'agréer l'expression de ma profonde reconnaissance, pour avoir bien voulu m'appeler à exposer devant eux et devant vous les résultats d'études auxquelles j'ai consacré la plus grande partie de ma vie.

Et vous, Mesdames et Messieurs, vous en particulier mes chers Collègues de province, je vous remercie vivement de la bienveillante attention avec laquelle vous m'avez écouté, malgré l'aridité inévitable de plusieurs parties de mon exposition. Croyez que la pensée de cet accueil si sympathique restera toujours au premier rang de mes plus chers souvenirs.

Le mistral et le cers en Provence et dans le Languedoc; par M. **Viguier**.

S'il arrive en Météorologie, suivant l'expression de Volta, qu'on pèche par intempérance de généralisation, on tombe bien aussi dans l'excès contraire; mais heureusement, dans les deux cas, les faits eux-mêmes, dans leur ensemble surtout, se chargent de faire justice des hypothèses trop hâtives, et viennent avertir qu'il faut se résigner à de nouvelles recherches. De nos jours, elles sont facilitées par toutes les observations dont la science dispose, et il importe de les mettre à profit. Ces réflexions ne sont pas étrangères aux explications diverses, mais trop exclusives, qu'on a données du mistral : nous allons essayer de nous en rendre compte.

Sans insister sur ce qui se passe dans d'autres régions, il paraît bien difficile de ne pas rapporter à des causes analogues les vents qui, sous le nom de *maestrale*, de *cers*, de *bora*, de *gregale*, de *mammatili*, etc., sont si fréquents sur la Méditerranée, et que l'amiral Fitz-Roy classe parmi les vents po-

laires. On voit d'ailleurs, vers la même latitude, la mer Noire, la mer Caspienne subir, comme notre mer intérieure, les effets de conditions locales et limitées. On ne saurait donc, comme le fit Kaemtz dans sa Communication à l'Institut (1865), faire dépendre de bourrasques venant de loin tous les grains et tous les coups de vent d'une grande violence qui se déclarent sur ces grandes nappes d'eau.

Les lois générales de la Géographie physique me paraissent bien constituer, jusqu'ici, les meilleurs guides dans les études de Météorologie et de Climatologie. Elles sont en effet établies d'après des faits si nombreux et sur une si vaste échelle qu'on ne peut hésiter à regarder le relief du sol comme un des grands facteurs des climats et comme le principal modificateur des phénomènes qui se succèdent dans une région. Ainsi l'influence de la direction de la vallée du Rhône et de l'altitude des grands massifs qui la forment devient évidente au seul aspect de la carte des vents que l'on trouve dans les Atlas de l'Observatoire et dans les Bulletins du département de Vaucluse (1876). Ce n'est pas seulement la zone du mistral qui s'y trouve nettement déterminée, mais encore celle d'un courant du sud, parfois tout aussi violent, qui remonte fréquemment le lit du grand fleuve. A Orange, par exemple, d'après les observations de M. de Gasparin, le premier de ces deux vents souffle pendant 209 jours de l'année dans la direction exacte de N. à S., et le second pendant 100 autres, environ, dans la direction contraire. A Nîmes, déjà, le N. direct ne souffle que pendant 22 jours; mais, en revanche, le N.-O. y est observé 5 fois plus souvent qu'à Orange. A Aigues-Mortes la transformation s'accentue davantage : le N.-O. y est 12 fois et le S.-E. 6 fois plus fréquent que sur les bords du Rhône. Enfin la substitution est complète dans le bassin de l'Aude, où l'on n'observe plus guère que les vents du N.-O. et du S.-E. *Vent de cers, vent marin, voilà tout Carcassonne*, a dit M. de Jouy. Le rapport des jours de ces deux vents est égal à 2 comme pour le N. et le S. dans la vallée du Rhône.

Sachant donc qu'il existe beaucoup d'exemples de la déviation d'un vent général par des bassins de rivières, par des sillons de montagnes, connaissant enfin la fréquence du N.-O. sur le versant nord ou sur les crêtes des Cévennes méridionales, on est amené à conclure que le N.-O., le cers occidental, est le principal courant primitif du vent qui souffle dans la vallée du Rhône. C'est alors un vent venant de loin, dont la direction et la vitesse sont commandées par la direction et la largeur de cette vallée. Aux États-Unis, disent les observateurs, le N.-O. est essentiellement froid, sec, élastique, impétueux et même tempêtueux : on ne peut mieux le comparer qu'au mistral provençal. Comme ce dernier, il est plus fréquent l'hiver que l'été

et, tandis qu'il souffle habituellement dans les bassins du Saint-Laurent et de l'Ohio, les navigateurs du Mississipi observent qu'il n'y règne généralement que deux vents, le S. et le N. : le N.-O. et le S.-O. ont pris en effet la direction de la vallée du fleuve. A ce sujet encore, les voyageurs s'accordent à reconnaître que plus ils s'avancent dans le *grand-nord*, plus le vent du N.-O. est violent et glacial; de sorte que le N.-O. américain, qui tire sa source de déserts glacés pendant neuf et dix mois de l'année, de la mer Glaciale qui commence vers le 72e degré et enfin de la partie nord de montagnes recouvertes de neige pendant une grande partie de l'année, est bien réellement un courant polaire.

Sans remonter ici aux données générales de la Météorologie et de la Géographie physique, il est possible d'assister sur notre territoire à toutes les transformations que subit le N.-O., la *galerne* des départements occidentaux de la France, à partir du moment où il aborde les côtes de l'Océan pour se précipiter, avec sa prodigieuse vitesse, vers la région de l'olivier. Le spectacle est même des plus intéressants pour l'observateur placé sur les montagnes qui séparent le Tarn de l'Hérault. Il peut voir, par exemple, se dissiper instantanément les mêmes nuages qui apportent les *bouillards* dans les départements des Deux-Sèvres, et reconnaître aussi que la *galerne*, froide et humide, devient le cers ou le mistral froid, sec et violent qui souffle dans le Languedoc ou la Provence.

Le mistral, tel que nous venons de le voir apparaître, semble donc bien se classer parmi les vents généraux; c'est bien ainsi qu'il peut devenir le charpentier mayorquin, et rendre si dangereux les mouillages et l'entrée des ports de l'Algérie. Il peut alors aussi aborder le continent africain, pour s'y livrer, d'après Fournet, à toutes les *fantasias* dans les luttes qu'il engage avec le sirocco, refoulé parfois jusqu'en plein désert, à des latitudes assez faibles pour qu'il ne soit pas encore bien possible de l'y suivre.

Disons maintenant que, à ce seul point de vue, nous ne nous expliquerions pas facilement les vents violents du N.-O. ou du N. qui peuvent régner exclusivement dans les vallées de l'Aude ou du Rhône; ceux même qui, à partir des Baléares surtout, gênent si souvent la navigation des navires qui se dirigent vers les côtes de France, qui soulèvent aussi une grosse mer sur les golfes du Lion ou de Gênes. On ne pourrait pas expliquer la persistance d'un vent qui, au dire de Papon [1], a pu régner pendant onze mois, du 24 novembre 1769 au 13 octobre 1770, alors qu'il est relativement assez rare sur le continent africain ouvert aux autres vents.

---

[1] *Histoire de la Provence.*

Des lois physiques, non moins générales que celles que nous venons de rappeler, font intervenir en effet des causes locales pouvant accroître la violence du cers ou du mistral, et de nature à leur imprimer les propriétés que nous leur reconnaissons en deçà des Cévennes. Ce que disent les météorologistes et les géographes qui rapportent exclusivement l'origine du mistral à ces causes locales se réduit à ceci : « Ce vent, inconnu au N. des Alpes, des montagnes du Vivarais et de l'Auvergne, ne va point chercher sa source par delà notre Océan tempéré ; il la tire évidemment des montagnes qui environnent les bassins du Rhône et de la Durance, théâtre spécial de sa furie. Il vient du sommet des Alpes, dont la couche d'air, refroidie par les neiges et les glaciers, se verse dans les vallées pendantes au Midi ; il s'y précipite avec d'autant plus de violence que, outre sa pesanteur spécifique et la région élevée d'où il se verse, il trouve encore sur la Méditerranée un vide habituel occasionné par l'aspiration des côtes et du continent brûlant de l'Afrique. A ce courant aérien, qui tombe des Alpes, s'en joignent d'autres, venus des sommets des montagnes du Vivarais, des Cévennes et de l'Auvergne ; cela permet d'expliquer les apparitions du mistral, subites comme un coup de canon, après chaque pluie, surtout dans la saison chaude... » On le voit, les faits sont ici rapportés les uns aux causes générales des moussons, des alizés, des vents éthésiens ou ornithiens des Grecs : d'autres, plus spécialement, aux conditions générales de l'équilibre des fluides ; c'est l'air qui peut couler dans tous les sens, sous l'influence des causes nombreuses qui troublent à chaque instant l'équilibre toujours en voie de se rétablir.

Quelques mots sur l'histoire de nos deux vents légendaires aideront à mettre en évidence la part qui doit être faite aux causes qui viennent d'être formulées. L'un commence à se faire sentir dès qu'apparaît le climat méditerranéen, un peu au-dessus de Montélimart, dans la vallée du Rhône comprise entre les montagnes de la Drôme et celles de l'Ardèche. L'autre se déclare surtout de part et d'autre du col de Naurouse, vers la limite de l'olivier, par suite encore vers la ligne de partage de deux climats bien distincts. Les circonstances dans lesquelles leur violence s'accroît mettent aussi en relief l'aspiration vers le littoral, à laquelle on fait jouer un si grand rôle. « Les meilleures pratiques des côtes de l'Algérie, les marins provençaux, prétendent que les grands mauvais temps ne commencent à s'y faire sentir que lorsque les Pyrénées et les Alpes sont entièrement couvertes de neige. Alors il éclate parfois dans le golfe du Lion ou de Gênes sans dépasser les Baléares, mais il s'annonce sur les côtes d'Afrique par la houle qu'il

soulève et la mer qui déferle sur le rivage. Ces espèces de raz de mer, qui arrivent subitement sans cause apparente, annoncent souvent vingt-quatre heures ou trente-six heures à l'avance le coup de vent du N. ou du N.-O. » — « Il est admis que la nuit le mistral se calme, parce que la terre est moins échauffée. » — « De gros promontoires ont une grande influence sur le vent local, suivant que les terres sont mouillées ou sèches, froides ou brûlées par le Soleil. » Les marins signalent encore les masses d'air glacé qui tombent des mornes qu'ils approchent, même sur des lacs ou des mers intérieures, comme la mer d'Azof, la mer Noire, où elles peuvent faire sombrer des navires. « Cette bise, dit le rapporteur de l'orage du canton de Vaud, dans les Atlas de l'Observatoire, vient tous les jours des hauteurs du Jura prendre la place de l'air raréfié de la plaine; son point d'aspiration est la plaine même. Après des journées de chaleur extraordinaire, il survient des bouffées de joran d'une violence inouïe. Il roule des chaînes du Jura sur le lac de Genève de même que le fœhn descend du Saint-Gothard pour promener ses rafales sur les lacs d'Uri et de Neuchâtel. » Sur les bords du lac de Vevey, d'après Kaemtz, un bloc de 50 quintaux fut jeté à 7^m de distance. « Bien que nous fussions mouillés dans des eaux tranquilles, au pied de montagnes élevées, dit l'amiral Fitz-Roy, la force des rafales qui descendaient sur nous de ces hauteurs, par lesquelles seules nous étions séparés de la mer, était telle que notre solide navire, avec sa cargaison complète, était ballotté comme une frêle nacelle. »

D'après d'Hombres-Firmas, le vent du N. est glacial lorsqu'il descend des Cévennes couvertes de neige. Sa violence est inouïe; il peut briser, arracher de très gros arbres. La raréfaction de l'air dans nos plaines excite un courant du N. qui fixe le beau temps. Des observateurs citent des lieux où le vent semble toujours tomber d'en haut, comme l'eau d'un moulin. C'est par-dessus des chaînes qui séparent deux bassins ou lacs, d'air de température différente, que l'on voit le phénomène se produire. Les montagnes se défendent, dit-on : c'est indistinctement par de forts vents marins ou de violentes rafales de tout autre rumb que, dans les Cévennes, j'ai vu se précipiter des vents qui font fureur surtout vers la lisière des bois, qui abattent des lignes de peupliers dans le lit des torrents. Plusieurs fois j'ai été interrogé sur l'origine de vents qui sévissent au fond de petites vallées bien circonscrites, alors que sur la montagne une lumière peut se maintenir sans de fortes oscillations. J'ai pu rencontrer des chutes d'air sur les pentes rapides de l'Hérault ou de l'Ergue, sur les flancs méridionaux du Larzac, tandis que, d'autres fois, il m'avait suffi de descendre de quelques mètres au-dessous des mêmes plateaux pour être

à l'abri des vents qui les balayaient avec une bien grande énergie. D'après M. le Dr P. Marès, le sirocco plonge du pic de la Mouzaïa dans la plaine de la Mitidja; de très forts tourbillons de poussière peuvent s'élever au pied même, vers Blidah, mais ils sont moindres plus loin. Aussi, dans le Sahel-Bouzaridh, pour éviter la chaleur insupportable qui règne au sommet de collines de 80^m seulement, on descend dans la plaine.

Les chutes d'air froid ou chaud que nous venons de rappeler, au milieu de tant d'autres exemples plus connus, sont indépendantes du mode de propagation de ces courants multiples, que les aéronautes rencontrent généralement dans leurs ascensions, et qu'on a même souvent l'occasion de signaler dans la vallée du Rhône. Le N.-O. américain, fréquent sur les côtes de l'Atlantique, l'est moins dans la vallée de l'Ohio, à l'O. des Alleghanys, qui se trouvent cependant sur son passage. N'y a-t-il pas eu cette année quelque chose d'analogue, en France, pour le N.-E. qui a régné à peu près tout l'hiver à Montpellier, alors que M. de Gasparin ne lui attribue que quatre jours de règne à Orange.

Les faits que nous apportons à l'appui de nos considérations paraissent encore mieux accusés sur la rive gauche du fleuve : ici ce sont, en effet, de vrais affluents du mistral qu'il est possible de mentionner. C'est dans les manuscrits de Peiresc (1580-1637), et dans un volume de la même époque, qui enrichissent la bibliothèque de Carpentras, qu'ils se trouvent longuement décrits. Le mistral, avons-nous dit, s'accentue surtout dans la partie de la vallée du Rhône, où d'un côté les montagnes de l'Ardèche, le Coiron s'échelonnent jusqu'aux sommets des hautes Cévennes pour atteindre le Mezenc et enfin les montagnes et les plateaux de la Haute-Loire, à la limite du climat auvergnat; tandis que de l'autre les montagnes de la Drôme forment les premiers contreforts des grandes Alpes. Dans les vallées étroites des torrents qui drainent ces puissants massifs, depuis les sommets des Alpes Cottiennes, soufflent aussi des courants aériens dont quelques-uns sont légendaires. Le ponthias de Nyons est de ce nombre; le lit de la rivière d'Aigues lui imprime sa direction, et sa violence s'exalte dans la vallée resserrée des Pilles pour apparaître au moment où la vallée de Nyons s'ouvre largement devant lui. Viennent ensuite le tourbillon de la montagne d'Ambel; la vézine qui, au dire des chroniqueurs, surpasse le ponthias en merveilles; la soleure qui naît et se propage dans le lit de la Drôme, et bien d'autres encore. Mais, nous l'avons dit, c'est surtout dans le lit de la Durance que fait fureur un vent tout aussi désordonné que les crues de ce grand cours d'eau torrentiel qui se précipite depuis la montagne des Écrins (4000^m) jusqu'au Rhône.

Le *ponthias*, est-il dit encore dans les mêmes chroniques, inspirées par les observateurs de l'époque, *a en arrière la froideur qui le pousse, en bas la plaine qui l'attire à travers un terrain resserré,... : ainsi se trouvent expliquées son origine et ses propriétés.* Dans les anciennes statistiques de la Drôme, on voit aussi attribuer à la compression que l'air éprouve entre les rochers et les montagnes qui encaissent le Rhône sous Châteauneuf la violence avec laquelle le vent du N. coule sur les plaines de Pierrelatte.

Il est naturel de penser que ce qui se passe sur les pentes abruptes du revers oriental des Alpes est en harmonie avec ce que nous venons de rappeler pour le revers occidental, et qu'enfin le *bora* de l'Adriatique n'est pas étranger à de pareils phénomènes. Le plus souvent, nous dit le P. Denza, des crêtes élevées qui séparent l'Italie du restant de l'Europe, de puissants courants atmosphériques du N. et de l'O. se précipitent dans la vallée du Piémont, en s'abaissant à mesure qu'ils s'avancent vers le S. et le S.-E.; ils se brisent et se dévient de mille façons, semblables à des fleuves que rendent furieux les obstacles qu'ils rencontrent; ils s'engouffrent dans les passages étroits, changent à chaque instant de direction par les réflexions qu'ils subissent contre ces colossales murailles, se heurtent avec violence en produisant des trombes et des tempêtes. Comme pour les torrents, ces chocs et ces contrastes sont avantageux pour la péninsule italienne, puisqu'ils brisent l'impétuosité des courants aériens qui, sans cela, seraient bien plus terrible pour l'Italie et ses mers.

(*La suite au prochain numéro*).

Anémomètre multiplicateur.

Dans l'une des dernières séances de la Société d'encouragement, M. de Comberousse a présenté un appareil remarquable imaginé par M. Eugène Bourdon, sous le nom d'*anémomètre multiplicateur*.

Il y a près d'un siècle que Venturi, en étudiant l'écoulement d'un fluide par un ajutage cylindrique ou conique, a montré qu'il y avait là un moyen de produire une aspiration notable dans un tube latéral.

C'est sur ce principe, c'est-à-dire sur le vide relatif produit par un étranglement dans un ajutage, que M. Bourdon s'est appuyé pour créer, par un simple emboîtement de tubes, un anémomètre qui peut s'appliquer au contrôle de l'aérage dans les mines, à l'étude des courants de l'atmosphère, à la mesure des vitesses dans les cours d'eau.

Cet appareil se compose d'un tube formé de deux troncs de cône réunis par leur petite base. Il est muni, à l'entrée du

cône convergent, d'un manomètre à eau qui permet de lire la hauteur génératrice de la vitesse. Les deux petites bases ne sont pas tout à fait en contact. Dans l'intervalle qu'elles présentent, elles sont réunies par un manchon creux, et c'est là qu'on fixe un tube en U, qui communique, d'une part avec la section rétrécie, et d'autre part avec l'air ambiant, de manière que la hauteur d'eau soulevée permet de lire le degré de vide produit par l'entraînement de l'air.

Si, dans l'intérieur du premier tube convergent-divergent, on en place un second tout pareil, mais de dimensions réduites, dont la base soit placée dans la section rétrécie du premier tube, on arrivera à amplifier la hauteur sous laquelle s'effectue le mouvement de l'air, hauteur faible et difficile à mesurer. En multipliant le nombre des tubes, on amplifiera, autant qu'on le voudra, cette hauteur. Alors la mesure de la hauteur d'eau soulevée dans le dernier manomètre conduit à la détermination de la valeur de la hauteur génératrice du mouvement de l'air. On en déduit la vitesse du courant et le volume d'air correspondant.

Téléphonie a grande distance.

Un essai a été fait le 17 mai entre Paris et Bruxelles (344^{km} de longueur de fil) dans des conditions particulières, toutes nouvelles et tout à fait étonnantes. Grâce à des perfectionnements apportés au téléphone par M. Van Rysselberghe, directeur du service météorologique de Belgique, inventeur du remarquable météorographe qui a figuré à la dernière Exposition d'Électricité (voir ce Bulletin, nº 83, p. 73), on a pu rendre la communication téléphonique à travers un fil indifférente à l'influence des courants électriques passant dans les fils voisins. D'autre part, M. Van Rysselberghe est arrivé à ce résultat prodigieux de pouvoir faire fonctionner *en même temps et sur un même fil* un appareil téléphonique et un appareil télégraphique. Pendant l'expérience exécutée le 17 mai, on a transmis une dépêche au directeur-ingénieur des télégraphes à Paris, par le télégraphe Morse, et *en même temps*, par le même fil, le téléphone transmettait un message oral, qui était entendu à Paris pendant que fonctionnait le récepteur de l'appareil Morse. Il est inutile d'insister sur l'importance considérable de ce nouveau résultat pratique, qui fait voir encore une fois quelles ressources on peut attendre de la grande invention de M. Graham Bell.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

18 JUIN 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 116.

Les antiquités et la civilisation de l'Irlande antérieurement a la conversion des Irlandais au christianisme. Conférence de l'Association scientifique, faite à la Sorbonne le 25 février 1882, par M. **A. Bertrand**, Membre de l'Institut, Conservateur du musée de Saint-Germain.

Un historien anglais du commencement de ce siècle, Gordon, écrivait, en 1808, en tête d'une des premières histoires d'Irlande qui aient été entreprises avec quelque critique :

» L'histoire d'Irlande peut se diviser en quatre périodes : l'*inconnue;* la *fabuleuse;* la *légendaire* et l'*historique.*

» L'*inconnue* s'étend du commencement du monde aux *premières années de l'ère chrétienne.*

» La *fabuleuse,* des premières années de l'ère chrétienne *au milieu du* v^e *siècle.*

» *Du* v^e *siècle* à l'invasion des Anglais en Irlande, sous Henri II (1170), se place la *légendaire.*

» La période *historique* commence seulement à cette époque, c'est-à-dire au XIIe siècle. »

Le sujet de cette Conférence, ainsi que l'indique le programme publié, comprend les deux premières périodes de Gordon, l'*inconnue* et la *fabuleuse,* sous ce titre : *Les antiquités et la civilisation de l'Irlande antérieurement à la conversion des Irlandais au christianisme.*

La Science a-t-elle donc fait assez de progrès depuis 1808 pour que nous soyons autorisé à parler dans cette enceinte solennelle de ces temps obscurs, dont nos pères déclaraient l'étude inabordable ?

Ai-je besoin de dire que tel est notre sentiment, puisque nous osons nous présenter devant vous avec ce programme ?

Un récent voyage d'Irlande, en compagnie de notre savant ami M. d'Arbois de Jubainville, pour lequel vient d'être si justement créée une *chaire de celtique* au Collège de France, nous a convaincu que l'histoire des temps primitifs de l'Ir-

lande, l'histoire de l'*Irlande payenne*, pouvait être, dans ses grandes lignes du moins, refaite, reconstituée à l'aide des documents que mettent très largement à notre disposition l'*Archéologie* et les *Légendes nationales* traditionnellement conservées en langue celtique.

La vue des monuments de l'Irlande, si éloquents dans leur ruine, l'impression profonde ressortant des poésies celtiques récitées et traduites sur les lieux mêmes où elles ont germé dans l'esprit des bardes, ont rendu cette vérité particulièremen sensible à nos yeux.

Les anciens âges se sont comme dressés devant nous. L'antique civilisation de l'Irlande nous est apparue avec une netteté saisissante. Je désire et j'espère vous faire partager ces impressions.

Parlons d'abord des *monuments*.

Les monuments de l'Irlande (je parle uniquement des monuments antérieurs à l'ère chrétienne) sont de trois ordres différents :

1° *Les monuments mégalithiques*. — Tumulus, cairns, dolmens, allées couvertes, menhirs ou pierres levées, analogues, je pourrais dire identiques, aux monuments de même ordre des contrées occidentales de la Gaule, Bretagne, Vendée, Poitou.

2° *Les enceintes défensives ou Raths* rappelant, bien qu'avec des différences notables, nos enceintes ou *oppida*, dits *camps de César*.

3° *Les antiquités proprement dites*. — Armes de pierre et de bronze; — ustensiles; — *bijoux d'or*.

Monuments mégalithiques. — En Irlande, comme en Gaule, les dolmens et allées couvertes sont des tombeaux. L'étude de ces monuments scientifiquement explorés a été, vous le savez, très fructueuse en France; elle le serait certainement autant en Irlande. Malheureusement aucune campagne de fouilles méthodiques n'a encore été entreprise dans ce pays. Nous ne connaissons de la grande majorité de ces monuments que l'extérieur. Les rares explorations pratiquées jusqu'ici avaient pourtant donné d'admirables résultats; mais l'Irlande a bien d'autres préoccupations.

Ce que nous pouvons affirmer, c'est que les monuments mégalithiques inexplorés y sont très nombreux et se rencontrent presque également dans toutes les parties de l'Irlande : à l'est, à l'ouest, au sud, au nord, même au centre de l'île, où toutefois ils sont plus rares.

L'Irlande se divise en *quatre grandes provinces :* le *Connaught*, au nord-ouest; l'*Ulster*, au nord-est; le *Munster*, au sud-ouest; et à l'est-sud-est, le *Leinster*.

Les monuments mégalithiques, d'après des listes dressées avec beaucoup de soin par miss Margarit Stokes, la digne

sœur de l'éminent celtiste Whitley Stokes, se répartissent entre ces quatre provinces de la manière suivante (1) :

	Monuments.
Province de Connaught	90
Province d'Ulster	44
Soit pour le nord de l'île	134
Province de Munster	52
Province de Leinster	79
Soit pour le sud de l'île	131

En totalité, *deux cent soixante-cinq* monuments, signalés et dessinés à divers titres au nom de la royal *Irish Academy*, qui possède les originaux dans ses archives et dont miss Stokes a pris des copies. Ces copies, elle a bien voulu nous les confier, avec une gracieuseté dont nous lui exprimons ici toute notre gratitude. Nous avons fait photographier ces dessins. Nous en mettons plusieurs spécimens sous vos yeux.

L'ensemble forme au musée de Saint-Germain un Album de 55 feuilles (2).

Les diverses catégories de nos monuments mégalithiques de Gaule s'y retrouvent toutes.

Le dolmen simple :

Cliché nº 1. — Ce monument appartient au comté de Carlow, dans le Leinster. S'il était intact, il ressemblerait beaucoup à la *Roche aux Fées*, du village de Kourkoro (Morbihan) (3).

Cliché nº 2. — Les *clichés* nº 3, 4, 5 et 6 représentent des allées couvertes, comme en France l'allée couverte si connue de Bagneux, près de Saumur, ou la pierre Turquoise de la forêt de Carnelle, près l'Isle-Adam.

Ces monuments appartiennent :

Le premier à la province de Munster; le deuxième au Leinster; le troisième à l'Ulster; le quatrième encore au Munster.

Ce monument, autour duquel ont été réunies par le dessinateur plusieurs pierres levées, est particulièrement curieux. Les menhirs, vous le voyez, sont sur leur tranche couverts de stries profondes rangées par groupes de II, III, IIII, IIIII stries.

Ces stries forment un alphabet, l'écriture *oghamique*, par-

---

(1) Il ne s'agit que des monuments dessinés et décrits par divers archéologues ou ingénieurs irlandais. Le nombre des monuments existants serait beaucoup plus considérable.

(2) Cet Album est à la disposition du public studieux.

(3) Ces monuments ont été montrés aux auditeurs à l'aide de projections électriques. Il serait trop long de les décrire ici en détail. Voir les photographies au musée de Saint-Germain.

ticulière à l'Irlande, écriture dont la date n'est pas encore bien déterminée (1).

L'*Ogham Cave,* du comté de Waterford (Munster), est en partie construite avec des menhirs oghamiques. Cette particularité servira certainement un jour à la dater.

Le *cliché* n° 7 met sous vos yeux un des monuments les plus complets du Connaught, comté de Sligo, baronie de Carrowmore.

C'est le dolmen entouré du cromlech, dont tant d'exemples existent en Danemark et en Algérie. Ces cercles de pierres ont été presque partout détruits en France.

Avec les *clichés* nos 8, 9, 10, 11, 12, 13, nous abordons les sépultures les plus grandioses de l'Irlande.

Plusieurs d'entre vous ont probablement entendu parler du tumulus de *New-Grange*, près Drogheda, à une heure et demie, en chemin de fer, au nord de Dublin, dans le comté de Meath.

Ce tumulus, digne rival de notre tumulus de Gavr'Inis, dans le Morbihan, renferme des chambres sépulcrales couvertes des sculptures les plus bizarres. (*Clichés* nos 8 et 9.)

A quatre heures au nord-ouest de Drogheda, sur *la colline des Sorcières,* quatre autres tumuli présentent le même spectacle. Une des chambres de ces tumuli (*cliché* n° 10) vous donnera une idée de toutes les autres. Je dois dire qu'elle est la plus riche. Les sculptures des autreschambres (*clichés* nos 11, 12, 13, 13 *bis*) sont beaucoup moins compliquées, bien que les dessins procèdent du même principe, le cercle et la ligne brisée ou ondulée.

La construction de tels monuments exigeaient de grands efforts physiques et moraux : je veux dire le concours de bras nombreux et disciplinés, un profond sentiment du culte des morts, une autorité dirigeante incontestée.

Un pays où se dressaient ces colossales sépultures n'était pas un pays barbare.

Passons aux *Raths* ou enceintes :

Les *Raths* ont des dimensions très diverses.

Figurez-vous une butte de terre, presque toujours artificielle, à plate-forme assez large, très large même parfois, et pouvant supporter une construction en bois souvent très considérable. Cette butte est entourée d'un vaste fossé, avec talus défensif. [*Cliché* n° 14 (Rath de Glenfoyle).]

Aux constructions de l'*ère celtique* ont succédé dans quelques comtés des châteaux en pierre élevés au moyen âge. Le Rath

---

(1) Nous avons fait monter plusieurs de ces pierres, que le public studieux pourra bientôt étudier au musée.

de *Rakinnane*, avec son donjon en ruine, montre mieux que ne pourrait le faire aucune description ce qu'était le Rath à l'époque où les chefs de clans y résidaient. (*Cliché* n° 15.)

Telle est la partie essentielle du *Rath*. Une espèce de motte féodale comme beaucoup existaient chez nous à l'époque mérovingienne. Mais le Rath était souvent beaucoup plus compliqué, beaucoup plus important. Il contenait, comme à Tara (comté de Meath), plusieurs tertres (*cliché* n° 16) et levées de terre à destinations diverses, le tout entouré d'une enceinte générale limitant un territoire qui, dans certains cas, paraît avoir dépassé *vingt-cinq* hectares.

Nous aurons bientôt à vous expliquer en détail l'économie de ces résidences princières.

On compte en Irlande de deux à trois cents Raths. Plusieurs sont historiques. Deux de ces Raths sont restés particulièrement célèbres : Navan, près d'Armagh, capitale de la province d'Ulster; Tara, résidence du roi des rois de l'Irlande.

Navan fut abandonné en 332 de notre ère; Tara en 560 seulement.

Le récit de l'abandon de Navan a un caractère par trop légendaire. Je n'y insisterai pas. Pour Tara, les traits généraux du récit sont empreints, au contraire, d'un incontestable réalisme. Le roi de Tara, nous disent les vieilles annales d'Irlande, avait été offensé par un homme du Connaught. On était au temps où les abbés avaient remplacé auprès du roi le chef des druides. Les monastères jouissaient du droit d'asile. Le sujet révolté se réfugia dans un de ces asiles. Le roi crut pouvoir l'y faire saisir. On ramena le coupable dans le palais, où il fut mis à mort. L'abbé était un saint homme, saint Ruadhan. Il ne pouvait supporter cette offense faite à tout le clergé dans sa personne. Une terrible malédiction fut lancée contre la résidence royale. On vit un jour le saint et un évêque s'avancer à la tête de tout le clergé en grande procession et faire au son de cloches qu'ils tenaient en main le tour du Rath, en prononçant les paroles d'excommunication.

De ce jour-là Tara, mis hors la loi, dut être abandonné. Tara ne fut plus une résidence royale.

Les Raths n'étaient pas seulement la résidence des rois, des chefs de clan. Dans l'enceinte du Rath se réunissaient les assemblées politiques, se rendait la justice, se tenaient les marchés, se donnaient les grandes fêtes annuelles ou triennales. Le Rath était le centre de la vie sociale des Irlandais.

---

(1) Voir la représentation très exacte de ces sculptures dans JAMES FERGUSSON, *Les monuments mégalithiques de tous pays*. Traduction Hamard, p. 218, 219.

Les populations voisines s'y réfugiaient en temps de guerre avec leurs troupeaux.

Les monuments mégalithiques nous ont montré ce qu'étaient les sépultures des grands à l'époque payenne. Les Raths nous montrent ce qu'étaient les résidences des chefs de clan.

Ce sont là assurément, pour le but que nous poursuivons, des éléments d'information précieux.

Antiquités. — Que nous apprennent, maintenant, les antiquités ?

Entrez avec nous dans les salles bien trop étroites du musée de Dublin. Laissons de côté les armes de pierre, généralement plus grossières que leurs analogues de Danemark et de France. Dirigeons-nous de suite vers les antiquités de métal. Nous nous trouvons tout d'abord en présence de trois cents épées de bronze du plus beau type. (*Cliché* n° 17.)

Une quinzaine de bouterolles à *ailettes* nous donnent une idée de l'élégance des fourreaux. (*Cliché* n° 18.)

Ces épées reproduisent un des types les plus connus de la Gaule et de la vallée du Danube. On peut voir une série d'épées semblables, salle V, au musée de Saint-Germain [1]. Des épées analogues existent aux musées de Sigmaringen, de Munich, de Stuttgart, de Carlsruhe et de Prague, c'est-à-dire à peu près dans tous les pays où la race celtique a joué un rôle prépondérant.

L'étude géographique des bouterolles à ailettes nous conduirait beaucoup plus loin. Nous retrouvons ces mêmes bouterolles formant l'ornement des fourreaux d'épées royales gravées sur les murs des palais de Ninive [2].

La salle des épées du musée de Dublin renferme également une série de belles pointes de lances en bronze (*cliché* n° 19). — Ces lances étaient, avec l'épée et le bouclier, l'arme principale des chefs irlandais.

Le *cliché* n° 20 représente un bouclier de bronze. On a découvert également en Irlande des boucliers de bois. La Royal Irish Academy en possède un beau spécimen.

Un bouclier de même nature, de même forme que le bouclier de bronze que vous avez sous les yeux, provient de fouilles faites dans la presqu'île Cimbrique. Le fac-simile que voici appartient au musée de Saint-Germain.

Les casques font jusqu'ici défaut. Un beau casque d'or avait été trouvé en 1692 dans un bog de Tipperary. Il est malheu-

---

(1) Un album de photographie déposé au musée de Saint-Germain contient la reproduction des principales antiquités de bronze et d'or du musée de Dublin.

(2) Voir Layard, *Monuments of Nineveh*; 1849, Pl. XXIX et XXVIII.

reusement perdu. On croit même qu'il a été perdu en France au siècle dernier.

Chose remarquable, le bouclier et l'épée irlandaise rappellent par leur forme les deux armes que tiennent, dans les bas-reliefs étrusques, les *Corybantes* frappant sur leur bouclier pour empêcher les vagissements du jeune Jupiter d'arriver aux oreilles de Saturne.

Cet ensemble d'armes ne fournit-il pas de bien précieux renseignements pour la connaissance des temps payens de l'Irlande ?

Les bijoux d'or (*clichés* n°s 21, 22, 23, 24, 25 et 26) ont un caractère encore plus original.

Si les torques n° 21 et 22 et les bracelets et ceintures d'or n° 23 rappellent les torques et les ceintures de la Gaule (*clichés* 21 *bis* et 22 *bis :* cimetières de la Marne), les diadèmes d'or ont un type absolument irlandais, que ne paraissent avoir connu ni les Celtes de la Gaule ni ceux de la Germanie ([1]).

L'or était alors très abondant en Irlande. Les gisements des forêts au sud de la *Liffey* (comté de Wicklow) paraissaient inépuisables. On appelait les habitants de cette contrée les *Lagéniens de l'or.* Les faits confirment cette tradition. Le musée de la Royal Irish Academy renferme trois cents bijoux d'or de toute forme. Aucun musée de l'Europe n'est aussi riche, et cependant la découverte de ces bijoux est due au hasard. Que serait-ce si on les recherchait avec méthode ?

La ceinture (*cliché* 23) a été trouvée près de l'enceinte de Tara par un paysan. Les autres bijoux proviennent presque tous de l'exploitation des tourbières. Nous avons lieu de croire que, comme dans les pays scandinaves, il faut y voir des offrandes faites aux divinités locales.

Les documents continuent ainsi à s'accumuler sous vos yeux. Après les monuments mégalithiques, les enceintes royales; puis les antiquités de tout ordre, pierre, bronze et or, dont le nombre est destiné à s'augmenter chaque jour.

Il est impossible de méconnaître qu'il y ait là matière sérieuse à étude.

Il s'agit maintenant d'animer ces monuments.

Ce sera le rôle des légendes.

Les Légendes. — La valeur historique des légendes, des mythes, pour me servir du mot généralement employé quand il s'agit de l'antiquité classique, a été longtemps méconnue. Aux XVIIe et XVIIIe siècles les meilleurs esprits voyaient encore dans les mythes des fables bonnes à amuser des enfants. Ce préjugé a disparu. D'excellents travaux ont démontré jusqu'à

([1]) Voir l'Album du musée de Saint-Germain.

l'évidence que les légendes ne sont point l'œuvre personnelle des anciens poètes, mais la création impersonnelle de l'imagination populaire. La légende est la forme la plus ancienne de l'histoire. Les mythes nous représentent dans un langage poétique et figuré la vie intellectuelle, morale, religieuse des populations primitives. Les légendes sont la représentation vivante, animée des idées et des croyances des peuples à l'origine de la civilisation.

Les légendes, il est vrai, ne se sont pas conservées avec la même pureté dans toutes les races, dans tous les pays : l'historien doit s'en servir avec réserve et prudence; mais, s'il sait user habilement de ce trésor légué par les âges, il y trouvera d'inépuisables richesses.

La *race celtique* est une race éminemment *poétique*, conservatrice, respectueuse de son passé. L'Irlandais a toutes les qualités de la race. Aucun pays du monde peut-être ne s'est trouvé dans de meilleures conditions que l'Irlande pour que les légendes s'y développassent à l'aise et que les traditions s'y conservassent dans toute leur naïveté.

L'état social le plus propre, le plus favorable au développement des légendes, des mythes est la constitution d'un peuple en tribus, en clans séparés. La tribu, le clan a le sentiment très profond, très vivace de sa personnalité. La tribu n'oublie pas. Qu'est-ce, quand, comme dans les races hellénique et celtique, la tribu, déjà même dans le lointain des âges, contenait dans son sein des familles d'*aèdes*, de bardes, de Filés, suivant l'expression irlandaise, entourés du plus grand respect et spécialement chargés de la conservation des généalogies et des traditions !

Or l'Irlande était et est restée jusqu'au moyen âge un pays de tribus, de clans. L'Irlande, jusqu'au delà du moyen âge, a conservé, avec son antique langage, ses familles de bardes.

Enfin l'Irlande, jusqu'au XIIe siècle, jusqu'à Henri II, n'a point connu de conquête. Les légions romaines n'ont pas mis le pied sur le sol sacré de la verte Erin. Les Danois, du VIIe au IXe siècle, ont fait des tentatives d'invasion. Ils se sont établis uniquement et encore passagèrement à l'embouchure des rivières. Un bien petit nombre d'entre eux s'y sont établis définitivement. Le sang danois ne s'est point mêlé au sang irlandais.

La carte ci-jointe (*cliché* n° 27) met cette situation sous vos yeux.

Une seule cause, en dehors de l'action du temps, aurait pu modifier profondément la situation sociale de l'Irlande : la conversion des Irlandais au christianisme. Des circonstances particulières ont rendu presque nulle l'action de cette révolution religieuse sur la constitution politique de l'Irlande.

L'influence du christianisme en Irlande a été une influence exclusivement morale.

Le christianisme vainqueur laissa debout tout l'organisme politique des temps où le druidisme dominait, en se contentant d'y introduire un esprit nouveau.

Non seulement les premiers apôtres de l'Irlande n'y apportèrent pas l'organisation autoritaire de l'Église romaine, dont ils étaient indépendants (l'Église irlandaise ne reconnut que très tard l'autorité du Pape : elle suivait le rite grec), mais se trouvant dans la nécessité, s'ils voulaient réussir, de mettre d'abord la main sur les chefs de clans, sur les rois et leurs familles, sans le concours desquels ils ne pouvaient rien, ils se gardèrent bien d'exiger aucun remaniement sérieux de la constitution établie. Les missionnaires irlandais se contentèrent d'exiger la déchéance des druides et de prendre leur place auprès des rois. Quelques légères modifications apportées au code des lois nationales, particulièrement au code pénal, leur suffirent. Tout ce qui n'était pas en complet désaccord avec la nouvelle doctrine fut respecté ou toléré. Nous en avons des preuves sensibles. La conversion, d'ailleurs, comme on pense bien, fut affaire de longue haleine.

« A quelque époque que remonte l'action des premiers missionnaires chrétiens en Irlande, quelle qu'ait été leur influence, il est certain, dit Gordon, que la conversion des Irlandais s'opéra lentement. » Le paganisme persistait encore dans la majeure partie de l'île au VIe siècle et, sur plus d'un point même, dominait encore au commencement du VIIe siècle. C'est à la fin de ce VIIe siècle seulement que le christianisme régna réellement en maître dans l'île des Saints. »

Les missionnaires, en effet, se trouvaient, en Irlande, en présence d'un grand nombre d'hommes distingués, poètes, juges, philosophes, druides avec lesquels il fallut compter. La légende de saint Patrice, légende chrétienne, nous montre le saint discutant à Tara, en 432, avec le poète et le druide du roi suprême et s'étonnant de les trouver si versés dans la connaissance de la Philosophie et des Sciences.

En 449, nous retrouvons saint Patrice revisant les lois celtiques, sur l'ordre du roi, de concert avec trois rois provinciaux, trois ollamhs ou docteurs et trois évêques.

L'action de l'église d'Irlande s'est surtout fait sentir par le développement des monastères. Ces monastères envoyèrent même au dehors des essaims détachés de la ruche principale. On connaît les fondations de saint Columban à Luxeuil (France), à Bobbio (Italie). Leurs écoles étaient célèbres dans tout l'Occident.

Rien ne surpasse la perfection des manuscrits sortis de leurs mains (*cliché* n° 28), mais ces manuscrits étaient exclusive-

ment liturgiques. Celui dont je vous représente un feuillet, moins les éclatantes couleurs, est un évangile. Les lettres que porte ce feuillet forment le monogramme du Christ.

La science nationale, la vieille science celtique, était restée la propriété des Filés. L'histoire, les traditions nationales, les généalogies étaient laissées aux *celtisants*. Les ollamhs n'avaient point fermé leurs écoles. La science orale se perpétuait à côté de la science écrite. La vieille civilisation celtique, la loi des *brehons* (juristes) coexistait à côté des écoles ecclésiastiques.

La langue celtique était restée la langue officielle. On l'enseignait dans les monastères comme au dehors, concurremment avec le latin et le grec. Cet usage persista jusqu'au XVII[e] siècle. La tradition orale n'a donc jamais été interrompue en Irlande et quand, aux VII[e], IX[e] et X[e] siècles, ce qui avait été jusque-là transmis par la mémoire commença à être fixé par l'écriture; le fil qui reliait les temps anciens aux temps nouveaux n'avait jamais été coupé. On peut dire que les vieilles traditions, dans leur ensemble, au moins, n'avaient pas été altérées. J'ai cru devoir insister sur ce point important.

Je veux que vous soyez bien convaincus du droit que nous avons d'interroger avec confiance ces vieilles légendes. Je voudrais qu'elles vous parussent, comme à moi, représenter véritablement, respirer, si je puis dire, le vieil esprit celtique.

Et maintenant cherchons, comme nous l'avons dit, à animer les monuments au contact des traditions, ou, pour mieux dire, cherchons par quelques exemples à montrer comment on peut donner ainsi une vie nouvelle à ces monuments.

(*La suite au prochain numéro*).

Le mistral et le cers en Provence et dans le Languedoc; par M. Viguier.

Suite (1).

Les détails dans lesquels nous sommes entré au sujet des causes générales et locales du mistral coulant entre les Cévennes et les Alpes nous dispensent d'insister sur les causes analogues du cers qui coule entre les Cévennes et les Corbières, s'échelonnant jusqu'au sommet des Pyrénées orientales. On peut voir dans les Atlas de l'Observatoire combien sont nombreux les orages de pluie ou de grêle qui apparaissent dans le bassin occidental sous-pyrénéen pour se propager ensuite à travers la France. Plus à l'est, l'Aude supérieure se montre comme l'analogue de la Durance dans le bassin du Rhône, et les courants aériens se heurtent bien souvent aussi à tous les massifs des Corbières. En nous restreignant encore à leur

(1) Voir le *Bulletin* n° 115.

violence, nous pourrions établir un parallélisme assez complet entre ces deux vents. Nous verrions, comme détail, que si l'abbé Portalis fut précipité, sur le mont Sainte-Victoire, du haut de sa terrasse d'observation, Méchain, sur la montagne Noire, dut prendre toutes les précautions possibles pour ne pas être *enlevé comme une plume*. M. le Dr Fines, dans un travail considérable sur les vents des Pyrénées orientales, étudie l'influence des sommets neigeux sur l'air qui s'écoule vers le littoral. En reproduisant les considérations générales que j'ai rappelées, ce météorologiste donne des indications se rapportant plus particulièrement au cers et à l'orographie de la contrée. C'est encore ici, pendant l'hiver, que l'on trouve les plus longues périodes d'un vent violent : c'est en janvier, février et décembre que des trains ont été renversés ou précipités dans l'étang de Leucate, avant que les Compagnies n'eussent songé à prévenir de pareils accidents provoqués par des vents dont la force a dû s'élever à 200kg environ par mètre carré. « Les Corbières, est-il dit, forment en cet endroit un goulet dont la direction fait avec la voie un angle de 90°. C'est dans cet entonnoir que s'engouffre le vent. Sa violence augmente encore à la sortie par la chute de cet air relativement dense dans un milieu plus humide et plus raréfié. C'est alors qu'il peut renverser les obstacles qu'il trouve sur sa route. De Salses à Leucate il se produit ainsi une suite de points dangereux, dans lesquels les wagons peuvent être soulevés et renversés. » Ces causes locales pourraient donc, ici, agir avec une grande énergie, indépendamment des autres vents qui, au dire de Bernier, écrivant à Mme de la Sablière [1], *se précipitent dans l'entonnoir ouvert à l'est vers la Méditerranée et les plaines du bas Languedoc où sont Narbonne, Béziers, Montpellier; et à l'ouest vers l'Océan et les plaines du haut Languedoc où sont Toulouse, Montauban, Bordeaux*, etc.

Dans les anciennes statistiques du Midi, on voit les corps savants, les agronomes rapporter les météores désastreux au dénûment des montagnes, à la facilité laissée aux vents du nord et des Pyrénées d'arriver sans obstacle jusqu'à la Provence et le Languedoc; ils refroidissent ceux d'Afrique, auxquels ces provinces doivent leur climat et la bienfaisance de leurs abris d'hiver. Il y avait lieu, d'après Rougier de la Bergerie, d'établir, au point le plus favorable pour les observation entre les Alpes et les Pyrénées, une Société de météorologistes chargés d'étudier les vents des Pyrénées, que les agronomes et les simples hommes des champs ne cessent d'accuser des rigueurs nouvelles du climat et des désastres des moissons de toute espèce. Enfin, pour d'autres ingénieurs ou agronomes, c'était un observatoire hydro végétal et météorologique qu'il

---

(1) *Journal des Savants*, 1688.

fallait établir. « Depuis que, des rivages de la Méditerranée jusqu'à la mer Glaciale, était-il dit, ont disparu ou sont interrompus les remparts formés par les forêts, destinés à arrêter, à briser, à dévorer les vents des régions boréales, les climatures de ce vaste espace sont graduellement dénaturées. Le chataignier, le mûrier et le précieux olivier souffrent dans nos latitudes les plus méridionales. Des vents naguère inconnus, à qui nos déboisements de montagnes ont donné une existence toute moderne, ravagent aujourd'hui tous les pays. La Terre perd tous les jours quelque élément de sa fécondité, etc. »

Il est possible maintenant de mieux apprécier l'influence des forêts, tant par la connaissance que l'on possède de leurs effets sur les principaux éléments météorologiques que par les modifications survenues à la suite de déboisements effectués sur une grande étendue, aux États-Unis par exemple. Les agronomes en apprécient l'utilité, comme abri : ainsi les hauteurs boisées qui dominent la vallée d'Hyères arrêtent les violentes rafales du mistral.

Les anciens élevaient des autels aux vents violents qui soufflent dans les plaines marécageuses du bas Rhône ou de l'Aude. Le *circius* coexistait avec les grandes forêts de la Gaule, et si l'on s'en rapporte aux légendes et à l'histoire, sa violence, de même que celle du mistral, serait loin de s'être accrue. Reconnaissons alors que les forêts peuvent restreindre considérablement les effets de causes locales et diminuer l'étendue de l'empire des vents, sans pour cela qu'il y ait à se montrer trop exclusif à l'égard des courants supérieurs, encore assez peu étudiés. On sait que, généralement, le courant inférieur ne s'étend pas beaucoup en hauteur. Nous avons vu qu'à Orange la dette presque complète des vents du côté N. est acquittée par le seul N. direct, mais, à la hauteur des nuages, ou même de quelque girouette élevée, le S.-E. et le N.-O. pourront être signalés, alors que le mistral souffle au niveau du sol. Des observations analogues, que j'ai eu souvent l'occasion de faire dans cette contrée, sont aussi rapportées dans les manuscrits de Peiresc. D'ailleurs, en s'éloignant sur la rive gauche du Rhône, vers la région abritée par le Ventoux et les autres montagnes de Vaucluse, on sort bientôt de la zone à mistral pour retrouver celle du cers [1].

Les considérations que nous venons de résumer se rapportent seulement à la violence et à la direction des deux vents. Nous aurons à voir, dans une autre Note, en quoi elles se trouvent confirmées par celles qui mettent en jeu leurs propriétés physiques, c'est-à-dire par l'examen des météores qui apparaissent en Provence et dans le Languedoc.

---

(1) Voir les *bulletins météorologiques du département de Vaucluse*.

Note sur les observations faites par les élèves de la Faculté des Sciences de Montpellier, pendant l'éclipse du Soleil du 17 mai; par M. le colonel Gazan.

Les élèves en Mathématiques de la Faculté des Sciences de Montpellier, réunis pour observer l'éclipse de Soleil du 17 mai 1882, ont particulièrement remarqué les belles taches que la Lune a successivement éclipsées, et le *Bulletin de l'Association scientifique de France*, dans le n° 114, du 4 juin courant, en a rendu compte, pages 149 et 150.

Ces Messieurs signalent principalement les modifications que l'une d'elles a subies pendant la courte durée de l'observation comme il suit :

« La tache présentait d'abord, au tiers de sa longueur environ, un assez fort étranglement, de forme légèrement convexe. Bientôt nous le vîmes s'accentuer; une séparation de la tache en deux autres bien distinctes ne tarda pas à se produire. Nous avons donc assisté à l'un de ces rares phénomènes qui sont, comme on le sait, du plus grand intérêt pour l'étude de la constitution intime du Soleil et des révolutions qui se produisent à sa surface. « C'est, d'après les astronomes, un *pont*, qui, en si peu de temps, s'est trouvé jeté sur un abîme capable d'engloutir plusieurs planètes de la grosseur de la nôtre ».

Les observations de MM. les élèves ont été confirmées par d'autres observateurs à Montpellier, et nous espérons que celle relative au *pont*, et que nous venons de citer, n'aura pas échappé aux Commissions spéciales qui ont pu observer l'éclipse dans des conditions plus favorables.

En attendant la publication des résultats qu'elles ont obtenus, nous ferons remarquer :

Que le *pont* dont il s'agit n'en est réellement pas un; que la bande lumineuse qui en a l'apparence n'existe pas à la surface du disque solaire, et qu'elle ne joint pas deux bords opposés de l'ouverture de la pénombre; enfin qu'aucune théorie n'en donne une explication satisfaisante.

Tandis qu'en admettant, et nous l'avons démontré dans notre Mémoire de 1873 sur la constitution physique du Soleil et dans notre Notice de 1880 sur les taches solaires, en admettant, disons-nous, que la surface du disque solaire est liquide et lumineuse, les prétendus ponts ne sont que des ruisseaux auxquels donne naissance l'afflux de la matière lumineuse qui se précipite en torrents dans la pénombre; ruisseaux qui coulent sur le fragment de croûte solide, générateur de la tache, devenu le noyau de la pénombre, et s'y ramifient suivant les aspérités qu'ils y rencontrent; et comme ils ont autant

d'éclat que les facules qui environnent le contour extérieur de la tache, et que, de plus, ils offrent un puissant contraste avec le noyau, relativement noir, il s'ensuit une illusion d'optique qui les fait paraître relevés à la hauteur de la surface du disque, semblent quelquefois diviser la tache en deux taches distinctes, et de là le nom de *pont* qu'on leur a donné à tort. On n'a qu'à jeter un coup d'œil sur les taches observées par Capocci et Pastorff (*Arago,* t. II, p. 96), et surtout la belle tache observée en 1858 par Tacchini (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* de 1874, 2e semestre, n° 1, p. 39, ainsi que notre Notice précitée de 1880, p. 11), pour en être convaincu. On reconnaîtra facilement, en effet, sur toutes ces taches, comme sur toutes les autres qu'on pourra consulter, que les *prétendus ponts* ne vont jamais d'un point du contour extérieur de la pénombre au côté opposé, mais partent tous de l'anneau lumineux du fond de la pénombre et vont aboutir ou se dirigent vers l'autre côté.

Nous le répétons, l'erreur provient d'une illusion d'optique et de l'hypothèse d'un Soleil entièrement gazeux. Nous avons l'espoir que la liquidité de la surface du disque solaire sera bientôt indiscutablement démontrée, et que l'exactitude de notre théorie sera enfin reconnue.

Composition du Bureau et du Conseil de l'Association pour l'année 1882-1883.

Le dépouillement des votes a été opéré dans la séance du Conseil tenue le 22 avril, et, d'après les résultats obtenus, le Bureau et le Conseil se trouvent ainsi constitués pour l'année 1882-1883 :

BUREAU.

MM. **Milne Edwards**, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris,	Président.
Bischoffsheim, Fondateur de l'Observatoire de Nice.	Vice-Président.
Berthelot, Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Université,	id.
Faye, Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Université,	id.
Mouchez (le Contre-Amiral), Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris,	id.
Sanson (André), Professeur à l'Institut national agronomique,	Secrétaire.
Barral, Secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture de France,	Vice-Secrétaire.
Thenard (le Baron), Membre de l'Institut,	Trésorier.

MM. **Dumas**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, est Président honoraire de l'Association.

CONSEIL.

Baron, Directeur au Ministère des Postes et Télégraphes.
Barral, Secrétaire de la Société centrale d'Agriculture de France.
Bérigny (le Dr), à Versailles.
Bert (Paul), Membre de l'Institut, Député.
Berthelot, Membre de l'Institut.
Bertin, Sous-Directeur de l'École Normale supérieure.
Bischoffsheim, Fondateur de l'Observatoire de Nice.
Blanchard, Membre de l'Institut.
Blarenberghe (**Van**), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Boissier (Gaston), Membre de l'Institut, Profr au Collège de France.
Bouley, Membre de l'Institut.
Boutan, Directeur honoraire de l'Instruction primaire.
Bréal (Michel), Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Enseignement supérieur.
Breguet, Membre de l'Institut.
Breton de Champ, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Chatin, Membre de l'Institut.
Cheysson, Ingénieur des Ponts et Chauseées, Directeur au Ministère des Travaux publics.
Cornu, Membre de l'Institut.
Cosson, Membre de l'Institut.
Davanne, Vice-Président de la Société de Photographie.
Debray, Membre de l'Institut.
Delehaye, ancien Directeur d'une Compagnie d'Assurances maritimes.
Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
Duruy, Membre de l'Institut, ancien Ministre.
Egger, Membre de l'Institut.
Faye, Membre de l'Institut.
Fernet, Inspecteur général de l'Instruction publique.
Fron, Physicien au Bureau central météorologique.
Gaudry (Albert), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
Goulier, Colonel du Génie, à Paris.
Grandidier, Président honoraire de la Société de Géographie.
Gréard, Membre de l'Institut, Vice-Recteur de l'Académie de Paris.
Haton de la Goupillière, Ingénieur des Mines.
Hébert, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences.
Hervé Mangon, Membre de l'Institut, Député.
Himly, Doyen de la Faculté des Lettres de Paris.
Jamin, Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique.
Javal (Dr), Directeur du laboratoire d'Ophtalmologie à l'École pratique des Hautes Études.
Lavallée, Président de la Société nationale d'Horticulture.
Le Blanc, Professeur à l'École Centrale.
Lemoine, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Le Roux, Répétiteur à l'École Polytechnique.

MM. **Lesseps** (F. de), Membre de l'Institut.
Marey, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.
Mascart, Directeur du Bureau central météorologique.
Maurey, ancien Administrateur des Manufactures de l'État.
Milne Edwards (H.), Membre de l'Institut.
Milne Edwards (Alph.), Membre de l'Institut, Professeur-Administrateur au Muséum d'Histoire naturelle.
Mouchez (le Contre-Amiral), Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris.
Niaudet, Ingénieur-constructeur.
Peligot, Membre de l'Institut.
Philippon, Secrétaire de la Faculté des Sciences.
Ploix, Ingénieur hydrographe de la Marine.
Puiseux, Membre de l'Institut.
Renou, Directeur de l'Observatoire météorologique du parc Saint-Maur.
Thenard (le Baron), Membre de l'Institut.
Sanson (André), Professeur de Zootechnie à l'Institut national agronomique.
Tresca, Membre de l'Institut.
Troost, Professeur à la Sorbonne.
Wolf, Astronome à l'Observatoire de Paris.

Conseillers honoraires.

MM. **Abria**, Doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Aoust (l'abbé), Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Crova, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.
Dollfus (A.), Manufacturier à Mulhouse.
Eichens, Constructeur d'instruments de précision.
Hirn, Correspondant de l'Institut, au Logelbach.
Houzeau, Professeur de Chimie au Lycée de Rouen.
Lespiault, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Poisson, Trésorier général du département de la Manche.
Raulin, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Tardieu, à Marseille.
Terquem, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
Travers, Professeur honoraire de la Faculté des Lettres de Caen.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7340. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

25 JUIN 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 117.

LES ANTIQUITÉS ET LA CIVILISATION DE L'IRLANDE ANTÉRIEUREMENT A LA CONVERSION DES IRLANDAIS AU CHRISTIANISME. Conférence de l'Association scientifique, faite à la Sorbonne le 25 février 1882, par M. **A. Bertrand**, Membre de l'Institut, Conservateur du musée de Saint-Germain.

Suite ([1]).

Et maintenant cherchons, comme nous l'avons dit, à animer les monuments au contact des traditions, ou, pour mieux dire, cherchons par quelques exemples à montrer comment on peut donner ainsi une vie nouvelle à ces monuments.

Les légendes, les vieilles annales nous apprennent peu de chose relativement aux monuments sépulcraux. Un scrupule religieux ne permettait peut-être pas d'insister sur les détails des cérémonies funèbres. Nous y lisons, toutefois, que les rois étaient enterrés sous des tumuli ou cairns en grand costume et avec leurs armes : « Il est enterré avec sa lance, dit un de ces vieux poèmes; sa lance est sur son épaule. Près de lui sont la massue avec laquelle il frappa tant d'ennemis, son casque et son épée : le Druide a élevé un tertre de terre à la place où repose son corps. Il a récité sur la tombe le chant consacré. »

« Le corps de Loégaire, dit un autre poème, fut enterré avec ses armes au sud du Rath royal, la face au midi, tournée vers les habitants du Leinster, comme s'il voulait encore combattre. » Loégaire était un roi suprême d'Irlande, mort en combattant le roi de Leinster.

« Il y a, dit une ballade, un monceau de pierres au-dessus du corps du roi qui est dans la terre. Il y a une haute pierre debout sur le cairn. Un ogam est gravé sur la haute pierre. Il y est dit : Eochaid est ici. »

([1]) Voir le *Bulletin* n° 116.

Eochaid était un roi d'Irlande tué dans une bataille au IIIe siècle de notre ère.

Nous savons encore par de vieux chants que des animaux étaient immolés sur la tombe du défunt. On avait même conservé le souvenir d'un temps où les funérailles des grands étaient accompagnées de courses de chevaux.

Les renseignements concernant les enceintes royales sont infiniment plus nombreux. Nous n'avons que l'embarras du choix. Nous nous bornerons à parler de ce qui a rapport à Tara.

« Le palais du roi des rois à Tara, lit-on dans le livre de Leinster, un des plus célèbres manuscrits de l'Irlande, était le plus vaste de tout le pays. Tout y était magnifique. Les meubles étaient en if rouge artistement sculpté : les cloisons en osier solidement tressé et recouvert de lames de métal. On y admirait sept candélabres de bronze. »

« Dans l'enceinte royale paissaient 2000 vaches. Les terres étaient labourées par 49 charrues. »

Nous n'avons aucune raison de soupçonner l'exactitude de cette description. On n'y sent aucune exagération.

A côté du palais du roi (*la Maison aux mille soldats*) était la salle du banquet, dont les traces existent encore. Là se réunissait, sous la présidence du roi des rois, l'assemblée triennale chargée de reviser les lois. Un grand festin précédait les délibérations. Les rois des quatre provinces, les chefs de clans ou rois inférieurs devaient y assister. Les Druides, plus tard les évêques, les poètes, les légistes, les médecins, les musiciens, les hommes de métier, forgerons, charpentiers, jusqu'aux jongleurs et au fou du roi y avaient leur place marquée.

Le manuscrit du livre de Lecan, XIVe siècle, contient une curieuse représentation de la salle de Tara avec indication de la place de chaque convive et, chose plus singulière, des parties du *porc*, le principal mets offert aux invités, auxquelles chacun avait droit.

M. d'Arbois de Jubainville a eu la bonté de traduire cette page du manuscrit. Vous avez cette traduction sous les yeux avec reproduction agrandie de la disposition des tables dans la salle du banquet (1).

---

(1) La traduction de ce tableau n'est pas complète; nous passons sous silence les mots non encore expliqués. Quelques-unes des traductions que nous donnons ne constituent elles-mêmes qu'un *essai* sur lequel M. d'Arbois de Jubainville se réserve de revenir. Il faut y voir un aperçu de l'ensemble plutôt qu'une reproduction définitive du document, qui mérite une étude spéciale avec discussion de chacun des termes employés.

Salle du banquet.

CÔTÉ GAUCHE.	CÔTÉ DROIT.
Au centre : Le chef poète.	*Au centre :* Le roi suprême et la reine de Tara.
A sa gauche, c'est-à-dire au haut de la table dans l'ordre suivant :	*A leur droite*, dans l'ordre suivant :
1° Les professeurs de science écrite, probablement les théologiens (clergé chrétien) en opposition avec les professeurs de science orale (les Druides et les File).	1° Les rois provinciaux.
2° Les Brehons ou Juges.	2° Les nobles de 1re classe.
3° Les Harpistes.	(Tout en haut, les majordomes et les cochers.)
(Tout en haut, comme vis-à-vis, les majordomes et cochers.)	*A leur gauche*, dans l'ordre suivant :
A la droite du chef poëte. — Bas de la Table.	1° Les nobles de 2e classe.
1° Les nobles de 2e classe.	2° Les poètes de 3e classe.
2° Les Prophètes et Druides.	3° Les nobles de 4e classe.
3° Les bijoutiers.	Au bas de la salle :
4° Les charpentiers.	Les architectes des Raths.
5° Les trompettes et sonneurs de cor.	Les jongleurs.
6° Les ciseleurs.	

AU CENTRE A DE PETITES TABLES.

1° Les conteurs.	1° Joueurs d'échecs.
2° Les ouvriers en bronze.	2° Ouvriers en cuivre.
3° Les forgerons.	3° Médecins et pilotes.
4° Les poètes satiriques.	4° Bouffons.

AU BAS DE LA SALLE.

Les portiers du roi.	Le fou du roi.

Les livres de Lecan et de Navan ne nous donnent pas seulement ces détails matériels, ils nous initient à tout le cérémonial du banquet.

« Les docteurs (ollamhs) attachés à la personne du roi suprême inscrivaient, nous disent-ils, les noms des nobles seigneurs du royaume classés suivant le rang qu'ils devaient occuper au banquet. Le nom des capitaines y était également inscrit avec mention des prérogatives qui leur appartenaient.

» Les convives de haut rang se présentaient accompagnés chacun d'un écuyer, porteur du bouclier de son seigneur. Tous devaient se tenir, seigneurs et écuyers, le jour fixé venu, aux abords de la salle, dans laquelle n'avaient droit de pénétrer que trois personnages : *le maréchal du palais,* un généalogiste et un trompette avec son cor, faisant fonction de héraut d'armes.

» A l'heure marquée par la tradition, le son du cor retentissait. A ce premier appel les écuyers des nobles se réunissaient autour de la porte d'entrée. Le maréchal du palais recevait de leurs mains les boucliers de chacun; puis accompagné du *généalogiste* allait, sous sa dictée, les suspendre au-dessus de la place destinée au seigneur auquel l'arme appartenait.

» Au second appel du cor, les écuyers des guerriers s'approchaient à leur tour, à leur tour remettaient les boucliers de leurs maîtres aux mains du maréchal, qui les accrochait à la suite des premiers, toujours guidé par le généalogiste, à la place déterminée par l'étiquette.

» Au troisième appel du cor, les nobles et les guerriers s'avançaient, chacun allant prendre place au-dessous de son bouclier. En sorte que, dit l'annaliste irlandais, il n'y avait jamais ni désordre ni débat de préséance. »

Les rois s'asseyaient ensuite.

Le roi d'Erin, roi de Tara, présidait, au centre, la face tournée vers l'Ouest. Le roi de Munster se tenait au sud du roi de Tara; le roi de Leinster vis-à-vis du roi d'Erin. Le roi de l'Ulster au nord du roi de Tara, qui avait derrière lui le roi du Connaught. Le roi suprême, on le pense bien, y figurait en grand costume.

» Revêtu de la robe royale, dit le livre de Navan, coiffé du casque ou bonnet d'or (1), Cormac (2) présidait le banquet. Le bouclier de Cormac était rouge, orné d'étoiles et d'animaux d'or, relevé de clous d'argent. Une broche d'or brillait sur la poitrine du roi. Un collier d'or ornait son cou. Une ceinture d'or entourait sa taille. Il avait des brodequins d'or.

Les richesses du Musée de Dublin permettent d'ajouter foi à cet étalage de splendeurs. Il n'y a rien là d'invraisemblable. Le poète n'a fait qu'user de son droit.

Mais, Messieurs, la salle du banquet ne servait pas seulement de salle de festin : c'était aussi et surtout la salle du grand conseil, du conseil d'État. Le banquet officiel inaugurait, permettez-moi l'expression, une session de sept jours. Pendant ces sept jours, les rois, les docteurs, les généalogistes, les druides, plus tard les évêques se réunissaient pour légiférer. Là se confirmaient les lois anciennes. Là elles recevaient, s'il était utile, les modifications nécessaires. Là étaient contrôlés, par les ollamhs et les filés, les récits relatifs aux Annales nationales.

Mais laissons les rois, les ollamhs, les brehons (légistes) légiférer tranquillement sous la présidence du roi de Tara, regardons au dehors. Une foule nombreuse se presse dans

(1) Les rois ne portaient la couronne que les jours de bataille.

(2) Le plus célèbre des rois de Tara.

l'enceinte royale. La fête triennale n'est pas seulement une fête politique : c'est une fête, une véritable fête nationale, politique, religieuse et commerciale à la fois. C'est à la fois une assemblée, une fête et une foire.

Eugène O'Curry, dans un récent Ouvrage : *On the manners and customs of the anciens Irish*, résume ainsi l'aspect de ces fêtes :

« Autour du palais où siégeaient les cinq rois se pressaient des poètes lyriques, des poètes satiriques, des musiciens, des généalogistes, des historiens, des jongleurs, des marchands de toute nature tenant étalage d'objets de nécessité, d'objets de luxe, d'objets de piété et de riches étoffes apportées par les Grecs. (O'Curry ajoute des religieux.)

» Des places spéciales étaient réservées à chaque industrie, à chaque genre de spectacle.

» La foule écoutait tour à tour, avec enthousiasme, les récits légendaires et poétiques retraçant les hauts faits des héros, les vertus, la puissance des rois, la science des savants célèbres.

» Le chant des vieilles ballades se mêlait aux mordantes satires, aux symphonies des harpes, des tambourins et des cors de chasse.

» D'un autre côté on se pressait pour entendre la parole de Dieu et des saints, ou assister à la lecture des recueils énumérant les privilèges et les devoirs de chaque classe de citoyens.

» En dehors du *Rath* de grands espaces étaient réservés pour les courses de chevaux. »

Ces courses, usage remontant aux époques les plus reculées, jouaient un si grand rôle dans la vie du peuple irlandais, que le livre dit *Chronicon Scotorum*, embrassant la période qui s'étend de saint Patrice à l'an 1145 mentionne comme un fait mémorable qu'en 889 la guerre empêcha les grandes courses de chevaux, qui reprirent seulement en 891.

En dehors de la grande assemblée triennale de Tara, un grand nombre d'autres assemblées annuelles se tenaient dans les quatre provinces. On a des données très précises concernant ces fêtes et les pratiques toutes payennes qui s'y accomplissaient et continuent encore d'être en usage dans quelques campagnes d'Irlande.

La seule date de ces fêtes en indique l'antique origine.

L'une avait lieu le 1er mai, à l'occasion d'une fête de *Beltêné*, le Belenus gaulois : c'était la fête du Soleil.

Une autre le 1er août, fête du dieu *Lug*, probablement le Mercure gaulois.

La troisième le 1er novembre, en l'honneur d'un Dieu dont nous ne connaissons pas l'identification.

La fête de *Beltêné* était la plus populaire : « Ce jour-là les druides, entonnant des formules magiques, allumaient dans l'enceinte du Rath deux grands feux, entre lesquels devaient

passer les bestiaux; c'était contre les épizooties un préservatif jusqu'à l'année suivante. »

Vous reconnaissez là un antique usage indo-européen. La même cérémonie se pratiquait à Rome le 21 avril, neuf jours plus tôt, à la fête de Palilia.

Per flammas saluisse pecus, saluisse colonos.

Le feu allumé par les druides à cette fête était un feu sacré. Chaque Irlandais devait, avec redevance probablement, y allumer la flamme qui introduisait dans sa cabane la protection des dieux.

Un passage de la Vie de saint Patrice, publiée par la société celtique, nous apprend que cet usage, ce *règlement religieux*, existait déjà du temps de saint Patrice.

Patrice, pendant qu'il était à la Cour du roi Loégaire encore payen, fut sévèrement réprimandé par le roi pour avoir allumé des cierges la veille du jour consacré. Il était, dit le *Livre des droits*, interdit dans toute l'Irlande d'allumer aucun feu ce jour-là, sous les peines les plus sévères, avant que le feu de *Tara* fût solennellement allumé.

Les détails fournis par les vieilles Annales touchant la fête de *Belténé* nous initient à des mœurs conjugales bien singulières. Le mariage en Irlande était loin d'être indissoluble. Bon nombre de mariages se contractaient pour un an seulement. *Le père vendait sa fille pour l'année*. Le contrat se passait tous les ans à la fête de *Belténé*.

Les jeunes filles et les femmes mariées pour un an l'année précédente venaient à la fête pour y choisir de nouveaux maris auxquels elles se faisaient vendre par leur père. *Le code défendait la saisie des habits de fête ce jour-là*. Une des collines du Rath de *Tailtin* porte encore le nom de *Colline de la vente des femmes*.

Ces usages étaient si fortement enracinés à l'époque de la mission de saint Patrice que l'Église dut composer avec eux.

La loi celtique reconnaissait 21 divorces. On pouvait se remarier 21 fois. Au premier mariage le père recevait le prix total de la vente; deux tiers seulement au second mariage, et ainsi de suite jusqu'à la vingt et unième vente. Saint Patrice abolit ces abus en établissant les *Honestæ nuptiæ*, mais fut forcé d'admettre en certains cas, pour le mari, la faculté du divorce (article 16 du canon chrétien) : *De meretrice conjuge*, article se terminant par ces mots : *Unde si ducat alteram, velut post mortem prioris, non vetant*. « Dans ce cas, si l'on prend une seconde femme, comme si la première était morte, l'Église ne le défend pas. » Les femmes, il faut le dire à leur honneur, ne supportaient pas toutes avec indifférence ces usages barbares.

La légende des fils d'Usnech, faisant partie du cycle de Conchobar, en est un dramatique exemple :

« Derdriu, que Conchobar avait fait élever dans l'intention de l'épouser, s'était échappée et avait épousé Noisé, qu'elle aimait. Noisé est poursuivi et tué par les hommes de Conchobar. Derdriu est livrée, les mains liées, au terrible roi de l'Ulster. Elle resta avec lui un an sans sourire. Au bout de l'an, Conchobar lui dit : « Qui détestes-tu le plus ? — Toi d'abord, et » ensuite le meurtrier de Noisé: — Eh bien, tu seras un an avec » lui. »

» Le lendemain on partit pour la fête. Derdriu était assise sur » un char, derrière son nouvel époux. « Eh bien ! lui cria Con» chobar d'un air moqueur, tu ressembles à une brebis entre » deux béliers. »

» Elle avait dit qu'elle ne verrait jamais sur terre deux époux à la fois.

» Derdriu répondit en se brisant la tête contre un rocher. »

Le respect de ces fêtes était tel, qu'un vieux poète s'écrie dans son enthousiasme : « Trois jours avant la fête de mai, trois jours après, c'est-à-dire pendant toute la semaine sacrée, où l'on ne cesse de festoyer, ni vol, ni coup, ni blessures, ni mauvaises paroles, ni arrogantes menaces sur le territoire royal.

» Quiconque eût été capable de ces méfaits devenait un mortel et infâme ennemi. La mort seule, sur le lieu même, aurait expié un tel crime, dont on n'eût permis à personne de se racheter. »

Des souvenirs personnels de Grèce m'autorisent à croire que l'enthousiasme du vieux poète irlandais n'était pas sans fondement (1).

Me trompé-je, Messieurs, ne voyez-vous pas se reconstituer peu à peu ce vieux monde celtique avec sa vie féodale et patriarcale à la fois ?

Mais nous n'avons pas besoin de glaner ainsi dans le champ fécond des poèmes et des légendes : les familles de Bardes, les ollamhs et les filés ont pris soin de conserver et de nous transmettre tout un code de lois, où, sans tant d'efforts et de recherches, nous pouvons puiser avec confiance.

Pour cela seulement, il faut savoir l'irlandais. M. d'Arbois de Jubainville le sait pour nous.

Ce code de lois est le *Senchus-môr,* dont M. d'Arbois de Jubainville donne en ce moment même une savante analyse sous le titre de : ÉTUDE SUR LE DROIT CELTIQUE.

« Le *Senchus-môr d'Irlande,* qui l'a conservé ? (dit l'ollamh auquel nous devons l'Introduction précédant le Recueil.)

(1) Je fais allusion à ce qui se passe en Grèce pendant les fêtes de Pâques.

« L'Association des Mémoires. La transmission d'une oreille à l'autre. La récitation des poètes. »

Que ces lois, dans leur ensemble, soient antérieures à saint Patrice, on ne peut en douter. M. d'Arbois de Jubainville le démontre par une ingénieuse argumentation. Le dernier remaniement important dont les *brehons* (juristes) avaient conservé le souvenir date de l'an 449 de notre ère, époque où le roi de Tara confia, comme nous l'avons dit plus haut, la revision des codes à un conseil composé de rois, trois ollamhs et trois évêques. Saint Patrice faisait partie de ce conseil, dont il était l'âme.

Il est très facile de faire dans le *Senchus-Mor* la part qui revient aux *institutions celtiques* dont il donne une très haute idée.

Le *Senchus-mór*, le *code de lois*, le code national irlandais code qui resta dans la plus grande partie de l'Irlande en vigueur jusqu'au XVIe siècle, se compose de six parties, se décomposant elles-mêmes en un certain nombre de petits traités séparés.

Les parties les plus anciennes, les plus complètement imprégnées de l'*esprit celtique,* celle que saint Patrice et les évêques paraissent avoir plus particulièrement respectées en 447 sont les traités concernant la *saisie;* les *ótages;* le *cheptel en mains libres,* le *cheptel en mains serves; les liens sociaux et en particulier le mariage; les contrats,*

Nous ne pouvons analyser ici ces traités; puisons seulement dans le code des contrats cette prescription singulière, qui rappelle la loi hébraïque.

« Celui qui avait failli à remplir un contrat où s'était rendu coupable d'une fraude, s'il n'était pas en état de payer l'amende fixée par la loi, était obligé de servir le plaignant jusqu'à ce que, par le fruit de son travail, il eût remboursé sa dette. »

Ajoutons que tout ce code des contrats respire un profond sentiment de justice sociale.

Le code des liens sociaux nous jette dans un monde à part. Nous nous sentons en plein pays celte. Le système est à la fois subtil et compliqué.

« On peut, dit M. d'Arbois de Jubainville, se représenter, d'après le *Senchus-mór*, la société irlandaise antique comme composée de la manière suivante :

» 1° Les familles royales, au nombre de près de deux cents. Il y avait encore au VIIIe siècle cent quatre-vingt-quatre tuath ou domaines royaux.

Au-dessus de ces petits rois, *le roi Suprême, le roi de Tara* et les rois des quatre grandes provinces : *Connaught, Ulster, Munster* et *Leinster.*

2° Au-dessous des familles royales ou chefs de *clans,* la

noblesse ou plutôt les *primates*, car il n'y avait pas, en Irlande, de véritable noblesse. Tous les *membres libres du clan* faisant partie de la grande famille, de la tribu de la famille, de la tribu, étaient nobles, sinon égaux.

Ces primates se divisaient en *quatre classes,* dotées chacune de privilèges particuliers.

La richesse, et surtout la richesse en bestiaux, mais aussi la *science*, le *savoir*, *l'habileté en certains arts* décidaient du rang que chacun occupait dans la *flaith;* c'est le nom que les Irlandais donnaient à cette espèce de noblesse.

On peut se faire une idée de la valeur relative de chacune de ces classes en tenant compte du prix auquel était taxé ce que les Irlandais, ce que la loi irlandaise appelait l'honneur de chacune d'elles. Je veux parler de la somme que l'on devait payer au noble en cas d'insulte grave :

Roi suprême		....	28 cumals.
Roi d'une grande province		....	21 »
Roi de Tuath		....	7 »
Noble de	1re classe	....	5 »
»	2e classe	....	20 bêtes à cornes.
»	3e classe	....	15 »
»	4e classe	....	10 »

Le cumal représentait la valeur d'une femme esclave.

Vous voyez qu'entre les rangs de cette hiérarchie, même entre les rois et les nobles, la distance n'était pas grande.

Les ollamhs (docteurs), les *filés* (voyants), *les maîtres ès arts*, *forgerons*, musiciens, poètes, généalogistes étaient, suivant leur mérite, inscrits dans l'une ou l'autre de ces quatre classes. Les guerriers avaient le même privilège, mais sans aucune prééminence.

Il y a loin de là au rôle prépondérant que jouaient les *équites* en Gaule.

Le chef des druides dans chaque tuath, plus tard l'évêque, avait rang royal.

Le rang ne constituait pas un simple honneur.

Les rois et les primates, quand ils se déplaçaient, avaient droit à un cortège plus ou moins nombreux, suivant le rang auquel ils appartenaient. Ce cortège était scrupuleusement réglé par la loi. Le roi de Tara avait droit à un cortège de 30 personnes, un roi de province avait droit à 24; un roi de tuath, à 12; le primate de 1re classe, à 10; de 2e classe, à 8; de 3e, à 7; de 4e, à 6.

Il n'y avait pas, vous le pensez bien, d'hôtellerie en Irlande. Quand un grand personnage voyageait, il était hébergé par ses vassaux, par ceux qui tenaient ses troupeaux en *cheptel*. Nourrir un roi, même un roi de tuath et sa suite, était une lourde charge.

La loi fixait le sacrifice imposé au vassal.

Aux rois étaient dues		....	7 vaches.
Au noble de 1re classe		....	5 »
»	2e »	....	4 »
»	3e »	....	3 »
»	4e »	....	2 »

Les membres du clergé, suivant leur dignité, étaient sous ce rapport, au moyen âge, assimilés en Irlande à la noblesse.

A côté des *Primats,* mais faisant encore partie du *clan,* existaient deux classes inférieures composées de vassaux qui tenaient à bail la terre, et le bétail appartenant aux quatre premières classes. Tout un chapitre, et très développé, du Senchus-mor traite du *cheptel.*

Ces six classes supérieures composaient l'ordre de *Nénie.*

Au-dessous, sous le nom de *féné* était tout le menu peuple,

Comme en Gaule, ce menu peuple était réduit à un état voisin de l'esclavage. « *Plebs pene servorum loco habetur.* « S'il n'était pas esclave dans l'acception propre du mot comme la *cumal* (esclave femme) et le *mug* (esclave homme), le *féné* constituait la partie inférieure du clan.

« Quand un *féné,* dit le senchus-mor, créancier d'un *néine* ne peut obtenir payement d'une dette contractée par ce dernier, il *ira respectueusement jeuner* à la porte de son créancier. »

La loi ne fournit au *féné* aucun autre moyen de contrainte contre le *néine.*

Le féné pouvait-il se relever de cette déchéance? Oui, par la fortune ou par la science. Aucune condition d'origine n'était exigée pour devenir *ollham* ou *filé.*

L'éducation dans cette société, où elle était prisée si haut, semble avoir été mise à la portée de tous. Le *maître* n'était pas payé suivant son rang ou sa valeur personnelle, mais suivant le rang de l'élève qui lui était confié. Un roi de tuath (chef de clan) donnait à l'éducateur de son fils un cheptel de 30 bêtes à cornes. Le vassal de 2e classe en donnait un de 5 bêtes à cornes seulement.

Il n'est point parlé dans le Senchus-môr des fils de féné.

Le code des rangs sociaux nous indique à quelles conditions étaient conquis les titres d'*ollamh* et de filé.

Un ollamh de premier rang, ce qui le plaçait presque au niveau des rois, devait posséder 350 histoires, dont 250 de 1re classe. Il devait connaître, en outre, l'écriture oghamique, la grammaire, la versification, le droit, la musique et la sorcellerie (magie).

On demandait à un filé de 2e classe 175 histoires; à un filé de 3e, 80.

On était admis au 10e rang en justifiant que l'on possé-

daît 7 histoires, sans parler, bien entendu, des connaissances générales qu'aucun lettré ne devait ignorer. Jusqu'au xve siècle les ollamhs et les Filés ont continué à jouir de la plus grande considération.

Le code territorial est également curieux à étudier. *La terre appartenait au clan, à la tribu.* Les rois et les nobles n'en avaient que l'usufruit. La possession du bétail seul était personnelle. Le droit d'aînesse était inconnu en Irlande.

Je ne puis pousser plus loin cette revue, peut-être déjà trop longue à vos yeux, quoique si rapide, des monuments, légendes, lois et coutumes de la vieille Irlande.

Ai-je réussi à soulever à vos yeux un coin du voile qui couvre encore ce vieux monde celtique, si intéressant pour nous ? Si je n'ai pas réussi, ce n'est pas faute de conviction. On dit que la conviction est contagieuse. Je voudrais que le proverbe trouvât ici son application.

Je terminerai par une réflexion que vous avez déjà dû faire vous-mêmes, réflexion découlant, ce me semble, naturellement des faits : à savoir que l'explication de la triste et douloureuse situation de l'Irlande actuelle se trouve dans l'histoire de son passé. L'étude du passé, comme presque toujours, nous donne ici la clef du présent.

Qu'y a-t-il, en effet, au fond du drame national auquel nous assistons, sinon la lutte de cette antique législation celtique contre la loi anglaise ?

Voyagez en Irlande : vous serez vite éclairé sur l'état réel des âmes. Dans toutes les classes de la société, même les plus humbles, vous trouverez gravé le souvenir des temps anciens passé à l'état de culte.

L'Irlande, autrefois, croit le paysan, était une terre de liberté, de gloire, de science, d'héroïsme. Les légendes et les ballades ne le disent-elles pas ? L'Irlande était la terre de la justice et du droit, chaque tuath était une famille.

Depuis la conquête anglaise, l'Irlande apparaît au *vieux Celte* comme une terre où règnent en maîtresse l'injustice et la violence.

Et il ne faut pas croire que ces sentiments datent d'hier; qu'ils soient éclos sous des influences politiques ou sociales récentes, qu'ils soient le produit de doctrines perverses. Non; ces sentiments datent de la conquête.

Et, Messieurs, ils sont si naturels en Irlande que, à plusieurs reprises, ils ont pénétré dans l'âme des colons anglais eux-mêmes.

Un statut de 1367 constate déjà le mal et veut y porter remède.

Au xive siècle les deux législations, la loi anglaise et la loi celtique, vivaient encore juxtaposées avec un caractère égale-

ment légal. Les colons anglais étaient soumis à la loi anglaise. Les Irlandais restaient soumis au *code Brehon*.

Cet état de chose datait de Henri II : il n'y avait pas encore deux cents ans.

Or qu'était-il arrivé ? Un grand nombre de colons anglais, séduits par les avantages que donnait, en terre d'Irlande, la loi nationale irlandaise qu'ils voyaient chaque jour fonctionner autour d'eux, avaient apostasié, si je puis dire, et s'étaient faits juridiquement Irlandais.

Le statut de Kilkenny voulait porter remède à ce danger, qui mettait en péril l'influence britannique en Irlande. Défense était faite aux colons, sous les peines les plus sévères, emprisonnement et confiscation des biens, de s'allier aux Irlandais soit par mariage, soit par échange d'enfants. Interdiction était faite aux colons, sous les mêmes peines, de prendre un nom irlandais, d'adopter les coutumes nationales du pays.

Les colons ne trouvaient donc pas la législation irlandaise si imparfaite.

Messieurs, je revenais d'Irlande tout plein de ces impressions quand tomba sous mes yeux un article de la *Revue des Deux-Mondes*, où, sous le titre de : *Une loi agraire au* XIX*e siècle*, M. Anatole Le Roy-Beaulieu exprimait, avec une grande force et, naturellement, à mes yeux, avec beaucoup de justesse, des vues analogues.

Je ne puis résister au plaisir de mettre sous vos yeux quelques fragments de ces pages, qui répondent si bien au fond de ma pensée. Je ne pourrais mieux dire. Ce sera la conclusion naturelle de cette conférence.

« En faisant campagne contre la propriété foncière telle qu'elle est constituée aujourd'hui en Irlande, écrit M. Le Roy-Beaulieu, les Irlandais de la Land-League empruntent moins leurs armes à des idées socialistes modernes qu'aux réminiscences du passé, aux revendications de l'ancien droit et des anciennes coutumes.

» D'après les traditions populaires, justifiées par un grand nombre de textes irlandais, la terre, avant l'accaparement des colons anglais, restait dans une sorte de communauté. Tous les membres d'un même clan, liés par une parenté réelle ou supposée et portant le même nom, avaient un droit collectif sur les terres de la tribu, dont ils jouissaient librement moyennant une redevance au chef.

» En substituant la législation anglaise à la coutume *celte*, les lois anglaises ont enlevé aux tenanciers tous leurs droits et privilèges, avec les garanties qu'ils tenaient de leurs aïeux.

» Le tenancier irlandais prétend, en effet, tenir son droit d'occupation non du consentement du Landlord, mais de la

tradition et de la coutume. Il se regarde comme investi d'un droit imprescriptible appartenant à la tribu. Ce droit, il le nomme *tenant right.*

» C'est pour défendre ce droit que les tenanciers ont formé ces *mystérieuses sociétés secrètes* qui, sous différents noms, ont à diverses époques dominé l'île et répandu la terreur dans les campagnes.

» Comme il y avait en Irlande deux droits opposés, fondés sur des prétentions inconciliables, il y a eu *deux justices* dans le pays. A côté de la justice anglaise se trouvait celle de secrètes associations de paysans qui ont servi de base à la *Land-League* actuelle, et dont les décrets, rendus dans des cabanes enfumées ou dans des tourbières désertes, ont été souvent plus fidèlement exécutés que les lois du parlement de Westminster.

» Il faudrait, pour arriver à l'apaisement, pouvoir arriver à faire cesser le conflit entre la loi et la conscience populaire, entre le droit officiel et la coutume traditionnelle.

» M. Gladstone veut l'essayer en abandonnant le point de vue exclusif des lords. M. Gladstone ne fait que sanctionner des prétentions anciennes et donner une valeur légale à des droits qui souvent, dans l'Ulster, par exemple, s'exerçaient pratiquement en dehors ou en dépit des lois officielles. »

M. Gladstone a eu certainement une vue très juste de la situation. L'Angleterre entre-t-elle trop tard dans cette voie d'apaisement et de conciliation, je dirais volontiers de réparation ? C'est ce que l'avenir seul nous apprendra.

RAPPORT PRÉSENTÉ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES, PAR MM. D'ABBADIE ET TISSERAND, SUR UN MÉMOIRE DE M. **Bouquet de la Grye**, intitulé : *Études sur les ondes à longue période dans les phénomènes des marées.* (Extrait.)

Après avoir publié sa théorie des marées d'après les attractions du Soleil et de la Lune, dont les seules influences étaient admises jusqu'alors, Laplace provoqua, en 1807, des observations à Brest, où les marins ne tardèrent pas à voir qu'on était loin d'avoir épuisé la matière. Pendant plusieurs années le monde savant hésita à adopter leur opinion, et, en 1836, Savary demandait des informations sur la manière dont les hauteurs de marées étaient notées par un employé subalterne présumé insouciant. En 1822 Laplace disposait de 6000 observations, et il trouvait ce nombre prodigieux.

Appelé par ses fonctions à discuter de pareilles questions, un ingénieur hydrographe pouvait mieux qu'un autre mettre fin à ces doutes, et Daussy, qui avait constaté à Brest la grande valeur des séries de marées mesurées, vint, en 1834, préciser

l'influence de la pression atmosphérique et donner la mesure de la correction correspondante. Un autre ingénieur hydrographe, Chazallon, ajouta notablement à l'exactitude des données, en amenant l'eau à enregistrer sa propre hauteur et en parant ainsi aux oublis ou erreurs possibles des observateurs.

C'est en 1846 que le marégraphe fut installé à Brest, et, à partir de cette date, on en établit successivement à Cherbourg, au Havre, à Saint-Malo, Saint-Nazaire, La Rochelle, Rochefort, au fort Boyard et aux Socoa. Enfin, en 1881, le service des Ponts et Chaussées en a placé un à Marseille, pour étudier les marées de la Méditerranée, qu'on s'était trop hâté de regarder comme insignifiantes.

Un troisième ingénieur hydrographe, M. Bouquet de la Grye, est venu enfin préciser davantage l'influence du baromètre et mesurer en outre celle du vent. Parmi les causes secondaires dont il faudra tenir compte, il indique aussi la température de l'eau de mer et son degré de salure, c'est-à-dire sa densité. Ces deux causes font varier sa pesanteur et par conséquent la hauteur de la marée, mais on ne saurait dire, quant à présent, jusqu'à quel point elles pourront se dégager des résultats, car on manque de mesures réelles pour en apprécier la valeur.

Comme les nivellements de Bourdaloue sur terre, ceux de la mer sont faits jusqu'ici au centimètre seulement; mais le grand nombre d'observations accumulées permet de compter sur le millimètre, en attendant que les courbes automatiques obtenues aujourd'hui parviennent à ce dernier degré d'exactitude. Les appareils enregistreurs ont besoin du temps pour prendre leur assiette définitive et, leurs derniers résultats étant ainsi les meilleurs, M. Bouquet de la Grye a choisi pour sujet de ses recherches les quatre années de 1873 à 1876. Il a comparé ainsi plus de 140000 résultats, ou plus de vingt fois autant que ceux dont Laplace disposait, car la courbe donnée par l'instrument est traduite en chiffres pour chaque quart d'heure. La grandeur du diviseur qui sert à former les moyennes rend légitimes les déductions qu'on en tire.

L'influence du vent sur la hauteur de la marée a été étudiée par M. Bouquet de la Grye, tant selon sa direction que par rapport à sa vitesse. Il en résulte ce fait curieux qu'à Brest la plus grande surélévation des eaux ne vient pas des vents de la partie ouest, mais bien de ceux du sud. Pour expliquer ce fait, l'auteur offre deux hypothèses qu'il serait intéressant, mais difficile, de vérifier par l'expérience.

En discutant les observations, il signale un maximum secondaire de hauteur dans la marée quand la Lune est par 7° de déclinaison nord. Ce résultat paraîtrait douteux s'il n'avait trouvé un maximum de même ordre dans les hauteurs baro-

métriques. Nous le répétons, ce résultat provient des formules empiriques et non de la théorie qui aura à s'en occuper plus tard, en ajoutant à ces données actuelles celles du vent, du baromètre, de l'âge de la Lune, de la température des eaux et de leur degré de salure déterminé par la mesure des densités, peut-être, enfin, de quelques autres facteurs qui restent à découvrir.

La considération de la densité de l'eau appartient à M. Bouquet de la Grye. Elle explique, dans la très majeure partie de ses détails, le fait imprévu, annoncé par Bourdaloue, d'après ses nivellements à travers la France, que le niveau moyen de l'Océan à Brest est plus élevé de $1^m,02$ que celui de la Méditerranée à Marseille. En remontant aux contrées arctiques, l'auteur nous rappelle que la fonte des glaces, composées pour la plupart d'eaux douces, doit modifier, selon les saisons, la salure des eaux, et pour une part bien plus grande que ne peuvent le faire des ondées locales ou des pluies lointaines qui se manifestent par des crues ou des inondations. Si l'on ne peut pas mesurer chaque année la quantité de glaces polaires formées d'abord et ensuite fondues, on peut estimer leur influence par voie de résidu en éliminant des résultats et la quantité de pluie tombée sur place et l'eau douce des rivières voisines dont les régimes seraient donnés par des mesures fréquentes de leurs débits.

Le résultat final de notre auteur mérite l'attention des savants. Au lieu de prendre pour niveau moyen de la mer le quart des hauteurs de deux flots et de deux jusants consécutifs, comme on le fait ordinairement, il a calculé d'année en année ce niveau en le dégageant de l'erreur instrumentale, de l'influence du baromètre et du vent, ainsi que de l'onde lunaire mensuelle, dont les termes ne s'évanouissent pas dans les simples moyennes annuelles. Ce long travail a mis en évidence le fait important que, pendant les années de 1834 à 1878, le niveau moyen de l'Océan a baissé ou que le sol de Brest s'est élevé. Trouvé par voie de résidu, ce fait subsiste même en attribuant une large part aux variations de la température et de la salure des eaux, car les corrections qui résultent de ces dernières influences doivent changer de signe dans le cours de chaque année et, par conséquent, s'éliminer en majeure partie. Pour résumer les données obtenues, et en adoptant, faute de mieux, la supposition commune que le mouvement de surélévation relative du sol, bien établi d'ailleurs, est strictement proportionnel au temps, notre auteur a trouvé que, depuis 1834 et pendant les quarante années suivantes, cette hausse a été de 1^{mm} par an. Il eût été à désirer qu'on pût opérer sur un siècle au moins, mais le repère de 1711-1716 a péri, et celui qui a été précisé par La-

lande à la date de 1775 a été détruit quand on dut procéder à l'allongement d'un bassin de radoub. Pour éviter un pareil désagrément dans l'avenir, votre Commission désire que le zéro du marégraphe actuel soit lié solidement aux repères présumés les plus invariables dans les environs, par au moins dix nivellements en éventail et aboutissant à des repères présumés les plus invariables, rayonnant selon diverses directions. Votre Commission émet également le vœu qu'à chaque indication de tout marégraphe on ajoute dorénavant la notation du degré de salure des eaux, de leur température et de la hauteur du baromètre enregistrée automatiquement.

Statistique industrielle. Comparaison des frais d'exploitation des chemins de fer lorsque ceux-ci sont administrés par l'État ou par des Compagnies privées.

Nous trouvons le numéro du 5 mai de la *Revue Britannique* des renseignements intéressants sur ce sujet.

En Belgique, la part des recettes absorbées par ces frais est de 56 pour 100 pour les lignes exploitées par les Compagnies et de 67 pour 100 sur le réseau exploité par l'État.

En Allemagne la proportion est à peu près la même qu'en Belgique, savoir : de 52 pour 100 pour les chemins exploités par des Compagnies et de 63 pour 100 pour les chemins de fer exploités par l'État.

L'Autriche-Hongrie nous offre un spectacle analogue. En 1880, le coût d'exploitation correspond à 63 pour 100 sur le réseau privé et de 69 sur le réseau administré par l'État. Il est aussi à noter que le prix du transport des marchandises est plus élevé sur ce dernier réseau que sur le premier.

En Suède, les Compagnies privées exploitent à raison de 60 pour 100 des recettes. Sur les chemins ferrés exploités par l'Etat, cette dépense correspond à 70 pour 100 de la recette.

En Italie, l'exploitation par l'Etat est également défavorable à ce dernier mode d'administration, et cela se traduit par les résultats suivants. Sur les lignes exploitées par l'industrie privée, on a depuis quelques années pu déduire de 30 et même de 40 pour 100 le prix du transport des marchandises ; tandis que, sur les lignes appartenant à l'État, le prix de ces transports a été élevé.

En France, les frais d'exploitation sur les réseaux administrés par les Compagnies est en moyenne de 48 pour 100 de la recette; sur le réseau exploité par l'État, il s'élevait à 83 pour 100. La différence en faveur de l'exploitation par l'industrie privée est donc de 35 pour 100. Ces chiffres sont instructifs.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

2 JUILLET 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 118.

FONDATION EN L'HONNEUR DE LA MÉMOIRE DE **Charles Darwin**.

P[illegible]urs membres de la Société Royale de Londres et un [illegible]ombre d'autres amis des Sciences ont constitué un [illegible] à l'effet de réunir des souscriptions pour l'érection [illegible]tatue de Darwin, récemment décédé, et pour la fondati[illegible] prix en l'honneur de ce grand naturaliste. Ils ont de[illegible]é à quelques savants français de s'associer à eux pour ré[illegible] ce projet, et aussitôt une commission locale s'est fo[illegible]Paris pour répondre à cet appel. Elle est composée de :

M[illegible] **Edwards**, Membre de l'Institut, doyen de la Faculté des [illegible]ces et Président de l'Association scientifique.
A. [illegible]uatrefages, Membre de l'Institut, professeur au Muséum d[illegible]oire naturelle.
H. [illegible]acaze-Duthiers, Membre de l'Institut, professeur à la Fa[illegible] des Sciences.
G[illegible]y, Membre de l'Institut, professeur au Muséum.
[illegible]rquis de **Saporta**, Correspondant de l'Institut.

[illegible]**rt** (Paul), Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences.
Chatin, Membre de l'Institut, directeur de l'École supérieure de Pharmacie.
Daubrée, Membre de l'Institut, directeur de l'École des Mines.
Duchartre, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences.
Fouqué, Membre de l'Institut, professeur au Collège de France.
Fremy, Membre de l'Institut, directeur du Muséum.
Hébert, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences.
Milne Edwards (Alph.), Membre de l'Institut, professeur au Muséum.
Van Tieghem, Membre de l'Institut, professeur au Muséum.

Les souscriptions sont reçues par l'agent de l'Association scientifique, M. E. Cottin, au bureau du secrétariat de la Faculté des Sciences, à la Sorbonne.

Les Toltèques. Conférence faite à l'Association scientifique le 25 mars 1882; par M. **E.-T. Hamy**, conservateur du Musée d'Ethnographie, aide-naturaliste au Muséum.

Mesdames, Messieurs,

La science du passé a fait depuis cinquante années beaucoup plus de progrès qu'elle n'en avait réalisés en plusieurs siècles. Abandonnant enfin les hypothèses hasardeuses et les discussions stériles qui constituaient jusque-là le principal fond de leurs écrits, les archéologues ont enfin consenti à appliquer à leurs études des méthodes rigoureuses, empruntées à des sciences qui leur étaient trop longtemps demeurées presque complètement étrangères. Ils se sont improvisés géologues pour détailler les coupes que mettaient au jour leurs fouilles; ils se sont faits géomètres pour en lever les plans; enfin ils deviennent ethnographes et géographes, car c'est tout à la fois dans le temps et dans l'espace qu'ils sont amenés à chercher des éléments à leurs comparaisons.

Exceptionnellement servis par le développement inouï qu'ont pris les grands travaux publics dans tous les pays civilisés, ils trouvent, au fond des tranchées qui sillonnent de toutes parts le sol, des témoins de plus en plus nombreux, de plus en plus éloquents d'un passé dont l'histoire était loin de leur avoir livré tous les secrets. Ils déterminent l'âge des débris ainsi ramenés à la lumière, ils en établissent les rapports, avec une sûreté toujours plus grande. Grâce à leurs efforts, les temps primitifs de l'humanité se sont illuminés d'un éclat inattendu et de vieux peuples sont subitement sortis du fond des hypogées où ils reposaient inconnus.

Ce n'est point seulement en Europe que l'Archéologie a accompli ces merveilles. Les découvertes de M. de Sarzec en Mésopotamie, celles de M. Aymonier au Cambodge, sont trop récentes pour qu'il soit nécessaire d'y insister devant vous. L'Afrique nous livre en ce moment quelques-uns de ses secrets, et l'Amérique elle-même, qui, avant Colomb et Cortez, avait vu se former de grands peuples et se développer de remarquables civilisations, l'Amérique fournit à son tour des matériaux ethnographiques du plus haut intérêt.

Les antiquaires, fort nombreux aux États-Unis, conduisent avec une activité toujours plus grande l'enquête commencée jadis par Squier et Davis sur les monuments de leur sol. Le Mexique groupe autour de son Musée national toute une pléiade de saavnts distingués, exclusivement occupés du passé des populations multiples qui se sont superposées dans l'Anahuac, le Yucatan, etc. Au Pérou, en Bolivie, se forment des collections de plus en plus importantes. Enfin le Brésil, sous l'active impulsion d'un souverain, protecteur éclairé des

sciences, entre à son tour dans la voie des recherches archéologiques, et prépare à Rio, pour le mois de juillet prochain, une Exposition spéciale.

La France, qui a si largement et si généreusement travaillé à la conquête scientifique du nouveau monde, la France, qui envoyait jadis au delà des mers Cartier et Champlain, La Salle et Lemoyne d'Iberville, Frézier, La Condamine, Joseph de Jussieu, Dombey, Bompland, Waldeck, d'Orbigny, Martin de Moussy, Aubin et tant d'autres encore, la France, dis-je, ne pouvait pas rester indifférente au mouvement qui entraîne tant de bons esprits vers l'étude de l'archéologie transatlantique.

Les efforts combinés des savants de valeurs diverses, dont je viens de nommer quelques-uns, avaient réussi à accumuler à Paris des masses énormes de documents de toutes sortes. Ces matériaux de travail, jadis inaccessibles ou du moins dispersés en vingt endroits divers, viennent d'être réunis et classés avec méthode dans un grand Musée spécial, qui sera dans quelques semaines livré à la curiosité du public et aux méditations des hommes de science.

L'ouverture du musée d'Ethnographie du Trocadéro deviendra, il faut l'espérer, le point de départ, dans notre pays, de nouvelles et sérieuses études sur le continent américain.

En quelques mois seulement des résultats intéressants ont déjà pu être obtenus, surtout en ce qui concerne le Mexique; des constatations tout à fait précises ont été faites; des rapprochements fondés sur des observations rigoureuses sont scientifiquement établis.

L'illustre et vénéré Président de votre Association, qui fait partie de la Commission supérieure du nouvel établissement, s'est vivement intéressé à ces découvertes, et il a bien voulu engager celui des deux conservateurs qui s'occupe plus spécialement des choses américaines à résumer devant vous les idées nouvelles que deux années d'études spéciales avaient pu lui suggérer. Et me voici venu vous entretenir d'un peuple qui ne vous est connu que de nom et vous montrer les œuvres puissantes, mais barbares, qu'il a laissées sur le sol du vieil Anahuac. Je vous demande beaucoup d'indulgence pour les rudes artistes dont vous allez voir les productions et pour l'ethnographe qui va vous en présenter le commentaire.

I.

Si peu connu qu'il soit du public instruit d'Europe, le peuple toltèque, dont nous allons rapidement étudier la civilisation, est cependant celui qui joue le premier rôle dans le passé de l'Amérique du Nord.

Son histoire commence avec le ve siècle de notre ère, et sa

marche vers le sud-est coïncide de la manière la plus frappante avec les grands mouvements de peuples qui signalent dans l'ancien monde cette période vraiment extraordinaire de l'histoire de l'humanité.

Sous l'empire de causes générales qui sont demeurées en grande partie inconnues, et dont la rencontre et le choc des Goths et des Huns furent l'un des premiers effets, les barbares se jettent sur l'Europe et anéantissent en quelques années la vieille civilisation de l'Occident.

Pendant ce temps, à l'autre extrémité du vieux monde, des événements de même ordre refoulent d'autres flots de barbares qui se précipitent vers le nord-est en chassant devant eux d'autres barbares, autrefois établis dans ces parages.

C'est alors, suivant M. Pinart, que les Eskimos se mettent en mouvement vers l'Amérique pour parvenir, quelques siècles plus tard, au Groënland, extrémité orientale de leur habitat circumpolaire.

C'est alors aussi que se prononce le mouvement vers le Mexique et l'Amérique Centrale des peuples qu'on désigne sous le nom commun de *Toltèques*.

On les voit abandonner une région de *Huehue Tlapallan*, à peu près indéterminable sur la carte, et gagner, après un siècle environ de voyages, et par une série d'étapes de plus en plus méridionales, Tollantzinco et enfin Tollan, dont le nom se rattache intimement à celui qui leur est resté dans l'histoire.

Toltèques, Toltecas, Toltecas veut dire *les gens de Tollan* (Tula), comme *Aztèques* signifiera *les gens d'Aztlan;* ce n'est que bien plus tard que ce nom de *Toltèques*, détourné de sa signification géographique, deviendra, pour tous les peuples qui auront reçu des mains des Toltèques la civilisation, le synonyme de *bâtisseurs*, d'*architectes*, d'*artistes*, tant ces Toltèques auront laissé sur le sol des monuments vraiment extraordinaires.

Ce n'est pas que leurs premières œuvres offrent rien de bien artistique. La matière est une argile d'un gris jaunâtre ou noirâtre, quelquefois engobée de rouge, et le travail s'y montre grossièrement enfantin. Mais le Toltèque est éminemment progressif, et, sous des influences diverses, il parviendra rapidement à produire de grandes choses.

C'est au voisinage de Mexico, près de Tacuba, dans les tranchées ouvertes sur le *Cerro de las Palmas* pour des travaux de fortification, que le général Doutrelaine a découvert les débris que je considère comme caractéristiques des premiers temps de la période toltèque.

Au fond de ces tranchées apparaissaient les couches quaternaires. Le loess de l'Anahuac s'y montrait, tel qu'il existe

partout dans les hautes vallées. Le limon qui le compose généralement, fin et homogène, et de couleur jaune chamois clair, formait une couche épaisse au-dessous de la terre végétale. On n'y trouva point, comme à Texcoco ou à Toluca, les débris d'éléphants caractéristiques de la faune disparue ([1]), mais l'homme s'y est manifesté, de la manière la plus nette, par un instrument portant incontestablement l'empreinte de ses mains. La collection Doutrelaine contient en effet une petite pointe de lance en chert dont je mets la photographie sous vos yeux, en la juxtaposant à celles des pièces presque semblables recueillies dans le même limon, à Teul, à Guanajuato et à Mexico. La pointe en chert du Cerro de las Palmas est longue de $0^{m},063$ et large de $0^{m},033$, taillée à éclats et peu différente de celles de nos gisements quaternaires de Saint-Acheul, etc.

Vous le voyez, Mesdames, Messieurs, la vallée de Mexico était habitée dès les plus lointaines époques et le témoignage recueilli par le regretté Doutrelaine vient s'ajouter à ceux que nous ont déjà fournis les recherches de MM. Boban, Pinart et Franco, pour attester la présence de l'homme dans les hautes régions du Mexique, alors que subsistaient encore les derniers représentants de la faune quaternaire américaine ([2]). Ce fait nous prouve, en outre, une fois de plus, que, au Mexique comme dans les États de New-York et de New-Jersey, le Wisconsin et le Texas, l'homme quaternaire créait des types de pierres taillées exactement semblables à ceux que nous découvrons chaque jour depuis vingt-cinq ans dans les bassins de la Seine, de la Somme ou de l'Oise.

En Anahuac, comme sur bien d'autres points du terrain mexicain, une époque néolithique très nettement caractérisée succède aux temps paléolithiques, et, par une concordance dont l'importance philosophique ne saurait vous échapper, elle est représentée, elle aussi, dans ces régions lointaines, à peu près de la même façon qu'en Europe. Voici un certain nombre de haches polies, trouvées non loin de ce gisement de las

---

([1]) Qu'il me soit permis de rappeler ici que c'est aux travaux de M. H. Milne Edwards que l'on doit la détermination de ces curieux fossiles [H. MILNE EDWARDS. *Rapport sur des notes relatives à des ossements fossiles* (*Archives de la Commission scientifique du Mexique*, t. I, p. 403, 1865)]. — ID., *Rapport sur diverses Communications relatives à la paléontologie du Mexique* (*Ibid.*, t. II; p. 215, 1866).

([2]) J'ai réuni dans un Mémoire spécial, publié par la *Revue d'Anthropologie* de 1878, tous les faits alors connus se rapportant à l'ancienneté de l'homme au Mexique et à sa contemporanéité avec les grands animaux disparus [E.-T. HAMY, *Les premiers habitants du Mexique* (*Rev. d'Anthropologie*, 2e série, t. I, p. 56-65)].

Palmas auquel nous allons revenir, et que l'on prendrait facilement pour autant de produits de l'industrie des constructeurs de nos dolmens de Bretagne, etc.

En voici d'autres, par contre, d'un type bien différent. Ce sont les haches à gorges que nous rencontrons depuis le Mississipi et le Rio-Gila jusque bien avant dans le Sud, et qui semblent caractériser tout un groupe de peuples historiques que les Toltèques ont trouvés établis sur le sol mexicain et dont la parenté réciproque et l'antériorité par rapport aux nouveaux venus ressortent très nettement de la légende ethnogénique dont les anciens auteurs castillans nous ont conservé les grandes lignes.

On répétait encore au XVIe siècle, au Mexique, un antique récit, suivant lequel tous les indigènes avaient eu pour père commun un vieillard, Iztac Mizcoatl, *la blanche couleuvre nébuleuse*. Sa première femme Ilancueitl, *le vieux jupon*, lui avait donné six fils, Xelhua, Ténuch, Olmacatl, Xicalancatl, Mixtecatl et Otomitl, qui personnifient incontestablement tout autant de peuples anciennement établis sur les terres mexicaines, et que la légende avait ainsi solidarisés.

L'aîné des fils issus du mariage, Xelhua, représente peut-être la race primitive du pays, contemporaine des animaux éteints, mais ses frères cadets sont les pères d'autant de nations anciennes, toutes identiques par leurs caractères physiques, qui les rapprochent des *mound-builders* les plus anciens (type de Scioto) et des *cave-dwellers* du Colorado, et qui offrent aussi, toutes en commun, certains traits ethnographiques, tels que le culte du Dieu Tlaloc, dont on rencontre à chaque instant, chez les Otomis, les Olmèques, les Zapotèques, etc., la reproduction symbolique si facile à reconnaître, et dont je vais faire passer sous vos yeux quelques reproductions bien caractéristiques.

La vieille légende ajoute, suivant Mendieta, que d'un second mariage contracté avec Chimalpan, *la vierge au bouclier*, le même Iztac Mizcoatl aurait eu un septième fils, Quetzalcoatl, *le serpent emplumé*, personnification du peuple toltèque, inventeur supposé des sciences et des arts qui vont en illustrer le nom et jetteront un si vif éclat dans le Anahuac. La superposition de la race toltèque à celles des Olmèques, des Mixtèques, etc., est, comme vous le voyez, très nettement indiquée par cet antique récit.

Revenons, si vous le voulez bien, aux tranchées du Cerro de las Palmas. Nous avons déjà dit que l'art toltèque s'y présente sous des formes tout à fait primitives. Les statuettes en terre cuite, qu'on y a recueillies avec quelques projectiles en terre cuite, des sifflets, des pieds de vases, etc., sont au nombre d'une centaine environ. Elles sont presque toutes féminines et se

font surtout remarquer par un naturalisme grossier, mais relativement puissant.

Le caractère physique le plus frappant que présentent ces petits personnages, dont je vais faire passer les mieux conservés sous vos yeux, c'est la déformation qu'a subie leur squelette céphalique, déformation très manifeste sur les quelques crânes rencontrés dans la même fouille, et dont il est impossible de méconnaître l'origine artificielle (1). La tête est quelquefois refoulée fortement en arrière et en haut, de façon à prendre cette forme de mitre signalée dans les tumulus de Vicksburg et dans les tombeaux de Durango, et encore si répandue de nos jours chez les peuples sauvages de l'Orégon, de la Sonora, etc. Parfois aussi elle s'élève démesurément en une sorte de cône verticalement dressé et se rapproche alors de la tête des Boliviens primitifs de Tichuannco.

La déformation du crâne s'accompagne, dans le premier cas, d'une dilatation très marquée de la face dans son tiers supérieur, dilatation que nous retrouverons plus accentuée encore sur les masques et les statues toltèques de date plus récente. Le nez est droit ou aquilin, quelquefois extrêmement saillant; les yeux sont assez souvent obliques, les lèvres sont charnues; enfin le menton se montre fort et carré. Les cheveux, abondants, s'étalent en larges bandeaux, ornés quelquefois d'un large disque médian, sorte de frontal dont il n'est pas trop aisé de reconnaître la véritable nature; ou bien, ils sont partiellement rasés, et une ou plusieurs mèches épaises, nattées et terminées par un gros tortillon, retombent sur le front ou se dressent en crête sur le milieu du cône.

Une partie des détails de la physionomie sont obtenus, comme vous pouvez le voir, à l'aide de boulettes de terre glaise rapportées sur la masse. Un petit boudinet en relief forme parfois les yeux, les lèvres ou les oreilles, et la pointe d'un ébauchoir grossier est venue y creuser les détails essentiels. C'est ainsi que les yeux, quelquefois simplement troués, sont habituellement obtenus par l'enfoncement alternatif des deux extrémités d'une petite palette étroite et longue qui dessinent ainsi les angles internes, puis externes.

A la tête s'adapte parfois une coiffure de plumes, ornée de gros boutons. Le plus souvent pourtant s'enroule autour du crâne une sorte de turban, formant un ou plusieurs tours (2), dont l'analogue existe encore au Guatemala, qu'ont colonisé

(1) Cinq de ces crânes, au nombre de six, déposés au Muséum d'Histoire naturelle par le général Doutrelaine, sont déformés à la façon de ceux de Sacrificios, etc. Un seul, le sixième, reproduit, la déformation dite *Aymara*.

(2) Cette coiffure était peut-être l'agent de la déformation cunéiforme relevée dont j'ai dit quelques mots plus haut.

les Toltèques à une époque plus récente. Les extrémités de ce turban, ramenées sur les épaules, viennent parfois recouvrir des seins volumineux et quelque peu pyriformes.

Le nez est fréquemment orné d'un appendice dont il est assez difficile de saisir la véritable nature, soit qu'il représente une plaque plus ou moins épaisse adaptée à la sous-cloison, soit qu'il corresponde à une espèce de bague ouverte formant la pince et attachée au même point.

Les oreilles sont percées pour loger d'énormes disques, analogues à ceux que tous les Mexicains utiliseront plus tard. Enfin au cou est attaché un collier, plus ou moins ornementé, garni d'un pendentif affectant quelquefois la forme d'un médaillon.

Le ventre, globuleux, à l'ombilic largement imprimé en creux, est rarement couvert. Les cuisses sont épaisses et courtes, les extrémités des membres se montrent à peine ébauchées.

L'attitude habituelle des personnages est la station verticale; ils sont très rarement assis. A deux reprises différentes, nous les avons trouvés dans la position qui *caractérise les statues bouddhiques :* les jambes croisées et les pieds rapprochés du tronc. Une troisième statuette, dans un mouvement assez original, ramène vers le corps sa jambe droite qu'elle soutient en l'enlaçant avec le bras gauche, tandis que son coude droit vient s'appuyer sur le genou correspondant.

Telle est, en quelques mots, la description des plus anciennes œuvres céramiques des Toltèques. Des terres cuites, plus ou moins semblables à celles que je viens de faire passer sous vos yeux, se rencontrent partout où les Toltèques ont séjourné; mais on n'en trouve point, à ma connaissance du moins, dans les ruines purement aztèques. Au fond des tranchées pratiquées à Tula ou à Téotihuacan par M. Désiré Charnay, comme aux abords des monuments célèbres de Xochicalco, on exhume, de temps à autre, des figurines parfois très artistiques et conçues dans l'esprit de celles que nous venons d'étudier ensemble avec quelques détails.

Voici, par exemple, une toute petite statuette de Xochicalco, dont nous devons l'envoi à M. Pierre Lorillard. Elle est accroupie, dans cette attitude que je qualifiais, il n'y a qu'un instant, de *bouddhique*. La figure du personnage, avec son rire narquois et ses petits airs penchés, est incomparablement plus parfaite qu'aucune de celles que nous venons de voir; mais sa large coiffure de plumes, son tronc un peu voûté, ses bras ramenés en avant, ses jambes entrecroisées, sont seulement indiqués par des boulettes de terre roulées entre les doigts, et superposées les unes aux autres sans aucune recherche.

Voici une statuette de Téotihuacan, plus rudimentaire

encore. En voici une autre de Tula, fortement engobée de rouge, et du même type général que celle de Téotihuacan. Les vases de Cholula, enfin, dont je vais vous faire voir de remarquables spécimens, présentent sur le col des personnages appliqués de la même manière.

Ces procédés de fabrication, qu'on pourrait qualifier du terme général de *pastillage* (1), ont sans aucun doute longtemps persisté chez les Toltèques, car, parmi les nombreux objets qu'ont valus au nouveau musée du Trocadéro la courageuse initiative de M. Désiré Charnay et le généreux concours de son opulent Mécène, M. Pierre Lorillard, il s'en trouve d'une taille et d'une facture qui décèlent chez leurs auteurs une entente très remarquable des procédés céramiques, et appartiennent, sans aucun doute, à une période avancée de l'histoire de l'art.

Voici, par exemple, une statue en terre cuite, celle du dieu Toltèque Zetzcatlipoca, qui ne mesure pas moins de $0^m,62$ de haut sur environ $0^m,25$ de large. Exécutée avec beaucoup d'adresse, et cuite très régulièrement, malgré ses grandes dimensions, cette statue est entièrement ornée de décors rapportés à l'aide des procédés que mettent en lumière les statuettes du Cerro de las Palmas.

Il y a, semble-t-il, dans cette exécution, quelque chose de voulu, de hiératique peut-être; quelque chose de nouveau, en tout cas, ou du moins de bien mal connu, et je n'ai pas cru inutile d'y insister quelque peu devant vous.

Une seconde époque succède à celle du *pastillage* dans l'histoire de la céramique du Mexique. Au lieu de modeler à la main avec plus d'habileté les sujets qu'il veut représenter, et de surajouter, à la surface des pièces ainsi exécutées, un décor *en application*, le mouleur se borne à *pousser* la terre dans des creux, façonnés eux-mêmes à l'aide de la terre cuite. C'est à l'aide de ce *poussage* qu'ont été exécutées les milliers de statuettes religieuses ou autres que l'on rencontre dans les ruines des monuments aztèques. On en découvre aussi beaucoup à Téotihuacan; quelquefois même on en rencontre dans celles de Tula, qui ont la même origine industrielle. Mais la physionomie d'une partie de ces dernières statuettes divines est très particulière, et je crois pouvoir en rattacher un certain nombre à la période toltèque, tout en les considérant

---

(1) Ces procédés ont été imités par tous les barbares plus ou moins soumis à l'influence des peuples toltèques et ont été même très longtemps en usage chez certains d'entre eux. On les trouve chez les Otomis et les Olmèques, chez les Zapotèques et chez les Xicalanques, ornementant par pastillage des poteries qui offrent d'ailleurs, chez chacun de ces peuples, des caractères spéciaux.

comme postérieures aux pièces *pastillées* que je vous présentais précédemment.

Les spécimens qui vont passer sous vos yeux vous montreront les mêmes formes de visages largement dilatés au sommet, qui vous frappaient, il n'y a qu'un instant, dans les plus vieilles œuvres toltèques. Ce masque noir, par exemple, découvert à Tula, et dont le front se dilate, au point que sa face devient triangulaire, est, à ce point de vue, extrêmement caractéristique. Ces petites têtes, pensives et tristes, exhumées de ses fouilles de Téotihuacan par M. Désiré Charnay, offrent les mêmes caractères généraux. Enfin il n'est pas jusqu'à ce vieux masque ridé et moqueur, trouvé dans les mêmes ruines, qui ne représente, un peu atténué peut-être, la même morphologie.

Les coiffures, les colliers, les ronds d'oreilles et les pendentifs du Cerro de las Palmas, l'attitude bouddhique, se retrouvent d'ailleurs dans les statuettes des ruines toltèques. Qu'on s'en tienne à l'examen de leur physionomie ou qu'on les étudie au point de vue des caractères ethnographiques, les œuvres dérivent sans aucun doute, à mes yeux du moins, de celles que nous a conservées M. le général Doutrelaine.

II.

Je ne vous ai parlé jusqu'à présent que de la céramique des Toltèques; la terre cuite représente à peu près seule, en effet, les premiers efforts connus de ce peuple vers la civilisation. Pour nous rendre un compte exact de ce que furent les Toltèques à l'époque de leur grandeur, il nous faut quitter les environs immédiats de Mexico pour gagner ensemble les ruines des cités qu'ils ont élevées au Mexique. Tula, Téotihuacan, Cholula, leurs capitales successives, renferment encore aujourd'hui les vestiges les plus imposants de ce passé grandiose; mais c'est dans la première seulement de ces villes détruites qu'il nous serait possible de dégager avec quelque sûreté les œuvres du grand peuple dont nous étudions l'ethnographie de celles des populations qui leur ont succédé. A Tula, en effet, ruinée au moment de l'invasion chimèque, les Aztèques n'ont fait qu'un court séjour, et si, depuis Cortès, les Espagnols, les Otomis et leurs métis ont réoccupé les ruines, il n'est point malaisé de distinguer très vite ce qui peut appartenir dans les fouilles à ces habitants tout modernes.

Les restes de ce qui fut la première capitale des Toltèques sont situés à 19 lieues au nord de Mexico, de l'autre côté de la chaîne qui borde l'Anahuac dans cette direction. Une petite bourgade de 700 à 800 habitants, simple chef-lieu de district, occupe en partie l'emplacement de l'antique cité.

Les montagnes que nous venons de franchir en quittant

l'Anahuac vont s'abaissant de plus en plus vers le septentrion, et Tula, que je vous montre assise au confluent du Rio Grande de Tula et d'une petite rivière qui descend des montagnes de Dexcani, n'est plus entourée que de mamelons de médiocre importance, parmi lesquels se distingue tout particulièrement le *Cerro del Tesoro* (1). C'est là que sont les ruines les plus importantes, et c'est dans le lit du ruisseau qui en baigne le pied qu'ont été découverts les morceaux d'architecture les plus intéressants.

Ces pièces, dont quelques-unes ont été en partie décrites, mais d'une façon bien incomplète, par M. Garcia y Cubas (2), sont déposées sur la *place des Diligences*, vis-à-vis l'auberge *de la Union*, où M. D. Charnay les a photographiées pour nous. Voilà la *Carcel publica*, voilà l'auberge, et voici une colonne en basalte dont le fût, formé de trois pièces (3), est couvert de curieuses sculptures. Ce fût, qui mesure $0^m,82$ de diamètre et dont la hauteur totale atteignait près de $2^m,50$, a certainement appartenu à quelque somptueux édifice. Il est en effet décoré de dessins en bas-reliefs, grecques aux contours légèrement arrondis, *serpentant* non sans grâce autour du gros cylindre, faisceaux de *plumes* emmêlées dont nous retrouverions aisément les analogues dans d'autres monuments de la même période. Une disposition tout à fait remarquable et qui donne une haute idée de l'habileté de l'auteur a pour objectif l'union des divers tronçons qui forment cette colonne, et qui s'adaptent l'un à l'autre à l'aide d'un tenon cylindrique, ménagé à l'extrémité de l'une des pièces et pénétrant exactement dans une mortaise de même dimension, creusée sur la face correspondante de l'autre. L'une des têtes de statuettes du Cerro de las Palmas s'articulait au corps par un procédé tout semblable; j'aurais dû vous la montrer tout à l'heure.

Un peu plus loin sont des cariatides énormes, dont voici la photographie; elles sortent aussi de la rivière et faisaient

---

(1) Il n'est pas sans intérêt de relater ici l'origine récente du nom donné à ce *Cerro*. Un pauvre berger, nommé Lucas, qui gardait son troupeau sur la colline, eut le bonheur de trouver, il y a une quinzaine d'années, sous une racine d'arbres, un pot rempli d'onces d'or, et se laissa voler sa trouvaille par des amis qui lui offrirent en échange de ce qu'ils appelaient *des roues de cuivre*, des *medios* et des *reales*. Le pauvre Lucas a connu plus tard la supercherie dont il avait été victime, il est devenu à peu près fou et, tout en paissant son troupeau, fouille et refouille sans cesse, sans plus rien trouver depuis lors.

(2) ANTONIO GARCIA Y CUBAS, *Ruinas de la antiqua Tollan* (*Boletin de la Sociedad de Geografia y Estadistica de la republica mexicana*, 3a Ép., t. II, p. 173-187. Mexico, 1873).

(3) M. Charnay n'en a plus vu que deux sur place.

sans doute partie du même monument que la colonne que vous venez de voir. M. Garcia y Cubas n'en a point du tout saisi la signification : les pieds qui leur servent de base, et qui sont pourtant de dimension colossale (leur longueur atteint $1^{m},20$), lui ont complètement échappé, ce qui ne peut s'expliquer que par l'enfouissement partiel de ces pièces au moment de sa visite. Ce savant n'a donc vu dans ces moitiés inférieures de statues gigantesques que des *colonnes accouplées*, sur le double fût desquelles on aurait sculpté *quatre nœuds ou lalpilli représentant chacun une treizaine d'années*, et formant par conséquent, par leur juxtaposition, *le cycle toltèque de* 52 *ans*. Vous n'y verrez, comme moi, j'en suis bien sûr, que les jambières ornées de personnages dont le devantier triangulaire apparaît un peu plus haut, et dont les sandales sont assujetties aux énormes pieds dont je parlais tout à l'heure par des courroies richement décorées. Ces personnages mesurent dans leur état actuel de mutilation $2^{m},18$ de hauteur sur $0^{m},80$ de largeur, et devaient primitivement atteindre 4^{m} au moins de hauteur

Entrons maintenant à l'auberge. La demi-obscurité qui règne dans cet établissement nous gênera quelque peu dans nos observations. Nous distinguerons cependant bientôt, incrusté dans une des murailles, un bas-relief en tuf volcanique d'un assez bon travail et dont l'examen attentif nous permettra de nous rendre compte d'abord du degré d'avancement de la sculpture chez les constructeurs de Tula et de lier connaissance ensuite avec un personnage dont j'ai déjà prononcé le nom et qui joue dans l'histoire et la mythologie toltèques un rôle prédominant. Je veux parler de Quetzalcoatl.

Ce vieillard barbu, que vous voyez à droite de la photographie projetée sur l'écran, n'est autre, en effet, que le civilisateur, divinisé plus tard, auquel la légende attribue toutes les doctrines, tous les arts, toutes les industries qui caractérisent la période toltèque.

C'est lui qui surgit un jour mystérieurement entouré de quelques compagnons au milieu de populations encore barbares, et leur impose l'idée monothéiste, qui fait le fond de sa doctrine, la suppression des sacrifices humains qui en est la manifestation extérieure la plus importante, le célibat des prêtres, un monachisme qui rappelle étroitement celui des bouddhistes, etc. C'est lui qui apporte à ses néophytes la culture du maïs, l'art du constructeur, la fonte des métaux, le tissage de certaines étoffes, le travail des pierres dures, des plumes, etc.

La légende primitive le représente sous les traits d'un homme barbu et laid, vêtu de longs habits flottants.

C'est bien sous cet aspect qu'il nous apparaît dans le bas-

relief de Tula. Sa tête, vue de face, est incontestablement laide, avec ses grands yeux ronds, son gros nez tuberculeux et sa barbe longue et épaisse. Sa coiffure et son vêtement sont assez malaisés à reconnaître et à décrire; et tout ce que l'on en peut dire, c'est que les plumes semblent en former le principal décor.

A Quetzalcoatl se trouve juxtaposé un autre personnage portant une lance chargée de divers ornements; c'est peut-être quelqu'un de ces *compagnons militaires* qu'attribue la légende au civilisateur des Toltèques. Ce guerrier figure, ou du moins un guerrier presque semblable, sur un certain nombre de monuments de l'ancienne Tula. Le voici, par exemple, vu de profil, gravé sur une plaque de nacre. C'est encore lui qu'une sculpture, malheureusement fort usée, semble avoir voulu représenter sur l'une des faces de cet angle de roche, que M. Charnay est allé estamper, malgré des difficultés énormes, à 2^{km} de Tula.

Quant au vieillard barbu, le musée d'Ethnographie en possède diverses autres reproductions, une, entre autres, fort remarquable, sculptée en *chalchiuitl*, c'est-à-dire sur cette belle pierre d'un vert tendre, voisine de la jadéite, et que les Toltèques avaient appris à travailler avec une remarquable perfection. Le civilisateur porte, sur ce petit monument, un bonnet conique plissé, serré au front à l'aide d'une large bande ornée de gros boutons et qui rappelle assez bien celui des prêtres lamaïtes. Ce bonnet, que reproduisent, avec des variantes, un certain nombre d'images en terre cuite, bien postérieures, du dieu Quetzalcoatl, surmonte également la tête du vieux cacique toltèque dont je vous présente maintenant la photographie, exécutée d'après l'original en pierre donné par le Ministre de la Marine au musée du Trocadéro.

Revenons aux ruines de Tula. Quand nous avons rendu visite au gros anneau de pierre (diamètre $1^m,95$) qui passe pour avoir servi au jeu de *tlchtli* des vieux Toltèques et salué une croix (1) antique, qui n'est autre que la reproduction à très grande échelle des ornements de bouche propres au dieu Tlaloc, dont j'ai déjà parlé, nous aurons terminé l'examen de tout ce qui reste dans le bourg moderne de la cité détruite (2).

---

(1) Cette croix de pierre, qui mesure $1^m,33$ de hauteur, $1^m,08$ de largeur et $0^m,15$ d'épaisseur, a été transportée, malgré son poids, au musée du Trocadéro, par M. Désiré Charnay. J'en ai fait l'objet d'un Mémoire qui sera prochainement présenté à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

(2) M. Garcia y Cubas signale et représente dans la Notice déjà citée plus haut divers autres débris d'antiquité, dont M. Charnay ne parle pas dans

Gravissons maintenant les pentes du *Cerro del Tesoro* et, sans nous arrêter trop longtemps aux excavations pratiquées par M. Charnay, et qui ont mis à jour des débris de toutes les époques, confusément juxtaposés dans un pêle-mêle quelquefois inextricable, poussons jusqu'aux pyramides que nous apercevons dans la direction du nord-ouest.

Le sol du *Cerro* est partout recouvert d'une épaisse végétation de cactus, de nopals, de mesquites, etc., et bosselé de monticules, plus ou moins arrondis, disposés quelquefois en séries assez régulières. Des mouvements de terrain se prolongent en quelques points en manière de longues esplanades ou simulent ailleurs des espèces de retranchements. Enfin deux pyramides élevées qui passent pour avoir été élevées au Soleil et à la Lune (D. Charnay) dominent tout l'ensemble.

L'une a 60^m de base et 14^m de hauteur; l'autre mesure 40^m sur chacune de ses faces, et son esplanade s'élève à 11^m au-dessus du sol environnant.

Les Indiens, m'écrivait M. D. Charnay, ont sur la première de ces pyramides une légende assez bizarre: Ils s'imaginent qu'elle renferme une cloche d'or, et que pour l'entendre sonner il faut se rendre à 4^h du matin dans la rivière, le jour de la Saint-Jean. C'est probablement cet écrit qui a poussé, il y a longtemps déjà, un malheureux Indien à bouleverser le monument pour en retirer la cloche. Il évida tout le centre de la pyramide, et n'en tira que des cailloux qui gisent sur les pentes. La seconde pyramide, celle que M. Charnay appelle provisoirement *pyramide de la Lune*, a été également fouillée, mais sous de moins grandes proportions.

Le plan levé avec soin par M. D. Charnay, et que je fais passer sous vos yeux, vous donnera une idée très exacte de ce que sont toutes les ruines toltèques. Le plan de Tolihuacan, que je dois au regretté général Doutrelaine, est fort analogue à celui de Tula. La ressemblance est d'ailleurs frappante entre les deux vieilles cités, et si la dernière ne superposait pas aux restes de la civilisation toltèque ceux qu'y ont déposés les Chichimèques et les Aztèques, j'aurais pu parfaitement la prendre pour type de mes descriptions. Nous y aurions retrouvé des pyramides en adaube bien plus vastes que celles de Tula et consacrées aussi au Soleil et à la Lune. Nous aurions rencontré sur notre route des débris d'architecture et de sculptures rappelant, comme ceux de Tula, le nom même du

---

ses notes de voyage. Ce sont un fragment de basalte portant des signes semblables à plusieurs de ceux qui entreront plus tard dans le décor de la *pierre du Soleil* des Aztèques à Mexico, et que je qualifie, pour ce motif, de *Zodiaque*, et divers autres morceaux de même roche représentant des sujets encore indéterminés.

civilisateur Quetzalcoatl (*le serpent emplumé*). Nous y aurions recueilli des stucs peints formant parements et pavés, des conduites d'eau en terre cuite, avec leurs cribles pour retenir les matières terreuses, puis des *chalchihuitls* bien polis, de la vaisselle peinte, et des statuettes pastillées ou façonnées dans des moules fort variés. Enfin nous aurions constaté que les Toltèques brûlaient leurs morts et enfermaient les cendres dans des coffrets en pierre, analogues à celui dont je vous montre la photographie projetée sur l'écran.

A Cholula, dernière capitale des Toltèques avant la chute de leur empire, nous aurions trouvé les mêmes grandes ruines, et peut-être les mêmes débris très caractéristiques.

Emigrant, en effet, sous la pression des événements les plus douloureux qu'ait connus l'histoire d'un peuple, les Toltèques transportaient avec eux leurs doctrines, leurs rites, leurs métiers et leurs arts, et recommençaient patiemment dans un site nouveau l'œuvre que les calamités les plus terribles déchaînées contre eux les avaient forcés d'interrompre.

Les derniers coups portés à leur pouvoir par la famine, la peste et les guerres religieuses eurent pour résultat de précipiter leur marche vers le sud. C'est à cette époque, c'est-à-dire au commencement du XIe siècle, que se place vraisemblablement la fondation des villes importantes, dont on a découvert les ruines dans le Chiapas, le Guatémala et une partie de la presqu'île yucatèque. La démonstration des affinités que présentent ces magnifiques débris avec ceux de la période toltèque m'entraînerait beaucoup trop loin. Il me suffira d'appeler votre attention, en terminant ce trop long discours, sur quelques pièces caractéristiques de l'art mayaquiché, et dont la ressemblance avec celles que vous venez de voir ne peut pas manquer de vous frapper considérablement.

On constate cette influence des vieux Toltèques dans presque toute l'Amérique centrale, jusque bien au delà de l'isthme de Darien. Peut-être même pourra-t-on tracer un jour plus loin dans le sud les itinéraires de ces civilisateurs, qui n'ont pas été seulement les *grands bâtisseurs* dont les légendes populaires ont gardé le souvenir, mais qui représentent, en somme, par leur côté intellectuel, moral et religieux, le plus haut degré qu'ait atteint l'humanité en Amérique pendant la période précolombienne.

Les Aztèques, eux aussi, ont été relativement civilisés; mais ils n'ont fait qu'adapter à leurs mœurs et à leurs croyances les procédés de leurs glorieux et infortunés devanciers. Leurs œuvres, comparées à celles de leur maîtres, dénotent souvent une véritable infériorité.

Ils avaient fait néanmoins de grandes choses lorsque la conquête espagnole est venue brutalement anéantir leurs

efforts. La destruction a été presque complète, et ce n'est qu'à grand'peine, vous avez pu le constater ce soir, que l'archéologue le plus patient et le plus laborieux parvient à rétablir quelques-unes des lignes principales de ces ruines, si curieuses pour l'histoire générale de l'humanité.

LA PHOTOGRAPHIE ET L'ÉLECTRICITÉ; par M. **W. de Fonvielle.**

M. de Bouteillier, un des vice-présidents du Conseil municipal de Paris, vient de lui présenter un Rapport sur l'importance qu'il y aurait à exécuter des expériences de photographie aérienne au moyen d'un procédé imaginé par M. L. Triboulet, trésorier de l'Académie d'aérostation météorologique.

Un groupe de sept plaques photographiques au foyer de sept lentilles panoramiques se trouve suspendu au-dessous de la nacelle d'un ballon captif, de manière à prendre d'un seul coup tout ce que verrait un observateur placé au point de centre et qui aurait des yeux tout autour de la tête. Les clichés ainsi obtenus de stations assez rapprochées peuvent être combinés pour compléter les indications géométriques que l'on possède et obtenir rapidement un plan cadastral parfait. L'auteur pense qu'il suffira d'exécuter dans Paris de 80 à 100 ascensions captives à 200 mètres ou 300 mètres de hauteur. L'aérostat sera de petite taille et les appareils seront remorqués au moyen d'un courant électrique donné de terre à l'aide de deux fils noyés dans le câble de retenue.

Le système est analogue pour ce dernier détail à celui que M. Woodbury a exposé au Palais des Champs-Élysées et au Palais de Cristal de Londres; mais il en diffère par la combinaison optique et photographique, qui est beaucoup plus rapide.

Il est bon de rappeler que les précédentes tentatives exécutées par MM. Nadar et Dagron avant 1860 et à bord des ballons captifs de Henri Giffard ont donné des résultats peu satisfaisants, uniquement parce qu'on ne possédait pas encore les plaques gélatino-bromurées, dont la sensibilité est si merveilleuse que le revolver de M. Janssen a permis à M. Marey de prendre un pigeon au vol.

L'idée première de la photographie en ballon appartient à M. Audrand, ingénieur d'un grand mérite.

Cette suggestion se trouve, ainsi que beaucoup d'autres, dans un curieux ouvrage de cet ingénieur publié en 1856 sous le titre de : *Une annexe de l'Exposition de* 1865.

Le Gérant, É. COTTIN.
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

9 JUILLET 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 119.

EXAMEN DE QUELQUES CAUSES NOUVELLES OU PEU CONNUES QUI LIMITENT L'EXTENSION GÉOGRAPHIQUE DES VÉGÉTAUX; par M. Sace.

La diffusion géographique des plantes dépend, suivant Humboldt, de la chaleur de l'atmosphère, suivant Liebig, de la constitution chimique du sol, et, suivant d'autres auteurs, de sa constitution physique ou mécanique. Prises dans leur ensemble, les assertions de ces trois savants illustres sont justes, tandis qu'elles sont absolument fausses si on les isole. En d'autres termes, pour qu'une plante végète bien, donne des graines et produise son maximum de matière utile, il lui faut une certaine proportion de chaleur, une certaine quantité d'air, d'eau et un sol doué d'une composition chimique et physique nettement déterminée. Bien que ces conditions-là soient les plus importantes, il en est d'autres dont on n'a pas encore tenu compte, et qui sont cependant bien graves, puisqu'elles forcent certaines espèces végétales à se contourner dans des espaces souvent assez restreints; ce sont la durée de la végétation, la forme des graines et l'action des insectes. La durée de la végétation doit être bien distinguée de celle de la vie, et ne s'applique naturellement qu'aux espèces vivaces; elle est si courte qu'elle ne dépasse guère trois mois pour les plantes des régions polaires, tandis qu'elle est perpétuelle pour celles des tropiques : telle est la raison pour laquelle il est impossible de cultiver dans les pays chauds les plantes des régions froides, bien qu'on leur donne l'air, l'eau, le sol, et même plus de chaleur qu'il ne leur en faut. Humboldt avait bien vu que certaines plantes caractéristiques de ses trois régions, froide, tempérée et tropicale, ne les dépassent pas; mais il n'a attribué qu'à la proportion de chaleur solaire le cantonnement des espèces végétales, ce qui était juste en marchant de l'équateur vers les pôles, mais faux en prenant la voie inverse, puisqu'un excès de chaleur,

dans cette hypothèse, ne peut que favoriser le développement des végétaux originaires des régions froides ou tempérées, et cependant on sait que leur habitat est aussi nettement limité que celui des palmiers. La raison en est dans la durée de leur végétation, qui a un caractère aussi spécifique, aussi puissant, aussi nettement tranché que la durée de la gestation chez les animaux mammifères, ou celle de l'incubation chez les animaux ovipares; elle est immuable. Augmenter la température ne peut conduire qu'à tuer l'embryon dans l'œuf.

Aux plantes boréales, dont la végétation dure trois mois, il faut neuf mois d'inoculation, préparation ou repos.

Aux plantes des pays tempérés, dont la végétation dure six mois, il faut six mois de repos.

Quant aux plantes des régions tropicales, leur végétation est perpétuelle : aussi ne supportent-elles pas les climats tempérés et surtout froids qui mettent des bornes à leur exubérante production en figeant leur sève.

La preuve de la vérité de cette assertion, c'est que les plantes annuelles des pays froids, comme les pensées, les radis, la moutarde, les laitues viennent dans les pays chauds, tandis que les vivaces, comme les tulipes, les hyacinthes, les violettes, les rosiers, les framboisiers et tous nos arbres fruitiers et forestiers y meurent bien vite. Une autre preuve peut être tirée de certaines plantes vivaces dont la végétation, étant continue dans les pays froids, leur permet de subsister sous les tropiques : ce sont le gracieux myosotis, le cresson d'eau et le mouron blanc, qui se rencontrent dans les jardins autour de Rio Janeiro, aussi bien que dans ceux de Paris ou de Stockholm.

Impossible d'objecter que, si ma théorie était fondée, on pourrait transporter dans les pays tempérés certaines espèces végétales qui, sous les tropiques, se dépouillent de leurs feuilles en hiver, comme les bourbacées et quelques bignionacées. La chute des feuilles, chez ces plantes, ne vient pas d'un repos de la végétation; la preuve en est qu'elle coïncide avec l'apparition des fleurs, qui se montrent alors en telle quantité que l'arbre entier offre l'aspect d'un bouquet gigantesque.

Au point de vue biologique, on devra donc classer les végétaux en familles à végétation trimestrielle, semestrielle enfin perpétuelle. Les plantes des pays froids, comme les gentianes, les bouleaux, ayant une végétation trimestrielle, peuvent vivre, mais non pas prospérer dans les pays tempérés. Celles des pays tempérés, comme l'oseille, la pomme de terre, le groseiller et tous les arbres fruitiers vivront plus ou moins longtemps sous les tropiques, mais n'y donneront pas de produits utiles.

C'est pour la même raison que les laitues, les choux, les épinards et autres légumes annuels des régions tempérées y donnent en abondance des produits utiles, parce que leur végétation se mélange pendant six mois avant que la floraison arrive. Dans les pays chauds, au contraire, les mêmes plantes ne peuvent produire beaucoup de feuilles, parce qu'elles fleurissent déjà quelques semaines après qu'on les a semées. Sous l'équateur, les plantes annuelles peuvent donc produire, chaque année, plusieurs récoltes de graines, mais elles n'ont pas le temps de donner des feuilles. A Montevideo, la violette commune fleurit en hiver, et pendant le reste de l'année végète avec une telle force qu'elle ne produit plus que les organes de la fructification, mais sans périanthe; en sorte que, pendant l'été, ces plantes se couvrent de fruits, sans présenter jamais une seule fleur.

Depuis longtemps, on sait que la forme des graines influe sur la diffusion des espèces botaniques, et que celles dont les semences sont munies d'ailes ou d'aigrettes sont les seules qui se répandent au loin. La raison inverse, c'est-à-dire le poids uni à de petites dimensions, amène forcément, au contraire, leur localisation, qui m'a vivement frappé, au Brésil, pour les orchidées et pour les cactées à fruit sec. Dans des cantons souvent fort restreints, on rencontre une espèce à fleurs rouges; dans une autre, une espèce à fleurs lilas, et ainsi de suite, sans qu'elles se mélangent jamais; souvent elles sont entassées les unes sur les autres de manière à former des matelas portant des sujets de tous les âges et de toutes les grandeurs. La même chose se passe pour les échinocactes à fruits secs, comme l'*erinaceus*, l'*ottonis* et d'autres qu'on trouve toujours isolés en grandes familles, tandis que les cactées à fruits charnus, comme le cierge gigantesque, les opuntias, les phyllanthus, les rhipsalis se rencontrent partout et souvent en individus isolés, parce que les oiseaux qui les mangent en répandent les graines sur tous les points où ils déposent les produits de leur digestion. C'est au poids et au volume de leurs graines que les palmiers doivent aussi leur localisation, si grande que la plupart de leurs forêts, souvent immenses, ne sont formées que d'une seule espèce de ces arbres splendides. Il n'y a d'exception que pour les palmiers à fruits charnus, parce que les oiseaux les portent souvent au loin, pour en nourrir leurs petits, et en laissent tomber à terre, où ils germent bientôt.

Quant à la limitation des espèces végétales par l'action des insectes, je n'en connais qu'un seul exemple, mais bien curieux. Il est relatif au robinier à fleurs blanches, indigène du nord des États-Unis, et qu'il est impossible de cultiver en Louisiane, parce que les feuilles en sont rongées, dès qu'elles

paraissent, par une espèce de chenille qui n'en laisse pas une seule. Cet arbre vient cependant fort bien si l'on empêche les chenilles de grimper au tronc, mais cela est si difficile que, de guerre lasse, on a dû cesser de le cultiver dans les jardins de la Nouvelle-Orléans. Quand j'habitais l'Alsace, j'ai dû abandonner la culture du groseiller à maquereau, parce que cet arbuste était rongé par la larve d'une Tenthrède, et les ravages du phylloxera vont peut-être nous forcer à abandonner la vigne commune et à lui substituer ses congénères d'Amérique.

Extrait d'une Conférence faite au Congrès des Électriciens; par M. **Melsens** (de l'Académie de Belgique).

Sur les paratonnerres.

Dans l'une des séances du Congrès, M. Mascart, le savant professeur de Physique du Collège de France, directeur du Bureau central météorologique et secrétaire de la première section du Congrès, caractérisait, en quelques mots, les deux systèmes de paratonnerres actuellement en présence :

« 1° Le système de Gay-Lussac, basé sur l'emploi d'un petit nombre de conducteurs à large section et de tiges de grande hauteur;

» 2° Le système de M. Melsens, qui consiste à entourer l'édifice à protéger d'une sorte de cage métallique, formée de conducteurs nombreux de faible section et garnis de pointes ou tiges courtes, mais nombreuses. »

Je me suis proposé d'expliquer les motifs qui m'ont guidé dans le choix des dispositions qui, à une époque de doutes (1863-1865) sur l'efficacité de l'ancien système, me paraissaient de nature à compléter la protection du système de Franklin.

Mon illustre et vénéré maître, M. Dumas, président de la première section du Congrès, a bien voulu me demander une conférence sur ce sujet. Cette tâche, honorable, mais difficile pour moi, je vais essayer de la remplir dans la limite de mes forces et en sollicitant toute votre indulgence.

Définition du paratonnerre. — Considérations générales. — Rien de plus simple à définir qu'un paratonnerre, conformément aux principes de Franklin : c'est un dispositif métallique aérien (pointe ou tige verticale) dominant un édifice et mis en communication métallique non interrompue (conducteur) avec le *réservoir commun,* c'est-à-dire avec la terre. L'électricité, sous forme de courant, d'étincelle ou de foudre, suit forcément le métal et se diffuse, sans danger pour l'édifice, dans la terre.

Dans aucun système on ne peut songer à modifier les prin-

cipes, les lois physiques, sur lesquels s'est appuyé Franklin pour la conception de son paratonnerre.

C'est à ce savant qu'il faudra toujours rapporter l'honneur et le bienfait de la préservation des coups de foudre, que l'Académie des Sciences de Paris caractérisa en disant : *Eripuit cœlo fulmen !*

Qu'on analyse tout ce qui a été écrit depuis Franklin et l'on sera bientôt convaincu que l'on n'a rien inventé en fait de paratonnerres, en tant qu'il s'agit de conduire la foudre à la terre, en lui traçant un chemin qui la rend inoffensive pour les édifices et leurs habitants.

Il y aura toujours à considérer dans le système de protection :

1° Un organe métallique aérien ;

2° Un conducteur métallique de n'importe quelle forme.

3° Mais il faut que ce conducteur se prolonge dans la terre, dans un sol humide ou dans l'eau.

S'agit-il d'appliquer ces principes de façon à réaliser les conditions les plus avantageuses pour combattre les effets du feu du ciel, on peut se trouver en présence de solutions très différentes. En effet, indépendamment de la nature du sol sur lequel l'édifice repose et des matériaux constitutifs de cet édifice, il est essentiel de discuter les dispositions à donner aux tiges extérieures, qui, dirigées vers les nuées, sont, par cela même, souvent condamnées à être frappées les premières. Puis, viennent les diverses dispositions à donner aux conducteurs en communication avec le *réservoir commun,* enfin celles de la terminaison, ou racine souterraine.

Depuis 1823, nos édifices modernes ont subi, eu égard aux effets électriques possibles ou capables de dévier la foudre de sa route ordinaire le long des conducteurs, des modifications profondes, par suite de l'emploi de masses, parfois énormes, de fer dans les bâtiments et de canalisations métalliques pour le gaz et l'eau, lesquelles se rendent souvent jusqu'aux combles, en s'épanouissant ensuite dans le sol par des surfaces énormes.

Si tout se justifie dans les instructions de l'Académie, si elles ont été acceptées presque partout, il n'en est pas moins vrai que des accidents sont arrivés, faute d'avoir tout prévu pour la protection.

Bien qu'entre l'ancien système et le mien il n'y ait, au fond, aucune différence essentielle, quant aux principes, il existe, toutefois, des différences notables dans les détails d'exécution.

Ces modifications peuvent se rapporter à une ancienne maxime : *divide et impera* (diviser pour régner) ; dans l'espèce, diviser les conducteurs pour augmenter leur efficacité.

J'ai donc divisé ou multiplié la partie aérienne, la pointe ;

j'ai divisé et multiplié le conducteur; j'en ai fait autant pour la racine, ou le raccordement à la terre.

On comprend aisément que si, au lieu d'un conducteur unique et de forte section, difficile à manier et à poser, on en prend plusieurs de faible section, il sera plus facile de placer et de manier ceux-ci; on pourra les enchevêtrer, et l'on finira ainsi par constituer une véritable cage métallique à mailles aussi serrées que l'on voudra.

On peut se demander si une pareille cage préserve effectivement le bâtiment. Or voici une expérience considérée comme probante par toutes les personnes qui la voient une première fois :

On charge une grande batterie de Leyde assez fortement pour que sa décharge, au moyen de l'excitateur, soit capable de tuer ou de donner une secousse mortelle ou pour le moins dangereuse à un animal : lapin, cobaye, ou oiseau, par exemple; on fait passer une décharge de même force dans une de ces petites sphères creuses, à mailles serrées, en fil de fer étamé (dans lesquelles les ménagères cuisent le riz), après y avoir introduit un petit oiseau, un poisson, une grenouille, etc., et cela sans prendre la moindre précaution, l'animal restant même en contact avec le métal. Eh bien, les animaux ne manifestent pas le moindre mouvement, ne témoignent d'aucune souffrance, lorsqu'on fait passer la décharge ! Il est évident, dès lors, qu'ils n'ont pas ressenti la plus petite secousse électrique.

On peut donner à cette expérience plusieurs formes, qui toutes prouvent que l'intérieur de la cage reste indemne de toute manifestation électrique. Dans mon système, la cage sphérique métallique de l'expérience précédente représente le paratonnerre protégeant l'édifice et ses habitants.

Métaux employés dans la construction des paratonnerres. — Quel est le métal qui conviendra le mieux pour la protection contre la foudre ?

Dans la pratique, deux métaux sont employés, à l'exclusion de tous les autres : le cuivre et le fer, ou mieux le fer galvanisé (zingué).

Le cuivre est un excellent conducteur de l'électricité; il conduit le courant électrique de la pile 6 ou 7 fois mieux que le fer; mais, lorsqu'il s'agit d'étincelles ou de courants instantanés, j'ai démontré que ces décharges passent aussi facilement par le fer que par le cuivre, à longueurs et à sections égales pour ces deux métaux. Le cuivre est plus cher, dure plus longtemps, mais tente les voleurs. Il convient dans quelques cas particuliers, et il est parfaitement indiqué pour la terminaison supérieure.

J'ignore si, dans les phénomènes naturels de l'électricité

atmosphérique, il peut se présenter, sur des conducteurs massifs en fer et en cuivre, des actions analogues à celles que j'ai démontrées pour les décharges de fortes batteries passant dans des fils très minces et très longs de cuivre et de fer. Contrairement à ce qui est admis, en général, on voit le fer résister mieux à la rupture, à la fusion et à la dispersion, que le cuivre.

Pointes. — La terminaison aérienne supérieure proposée par Franklin était une pointe aiguë; mais on a successivement proposé des terminaisons plus ou moins obtuses.

Les pointes sont admises, même par les physiciens qui, tout en leur refusant une action préventive énergique, sont bien obligés de leur reconnaître une influence si faible qu'elle soit.

Les pointes, ou les tiges employées en France, ont une hauteur de 5^m à 10^m au-dessus du faîte du bâtiment. En général, les hauteurs moyennes de 6^m à 8^m suffisent.

Pourquoi a-t-on donné aux tiges une hauteur si considérable ? La réponse est facile : on a admis qu'une pointe (comme Franklin et beaucoup d'autres, après lui, l'admettaient) exerce une action *préventive* et qu'ensuite elle protège contre l'action de la foudre une zone proportionnelle à sa hauteur. Cependant, les observations ont démontré qu'il fallait rétrécir cette zone, fixée, dans l'instruction de Gay-Lussac, à un cercle d'un rayon double de la hauteur de cette tige et passant par le centre. Or, cette prétendue zone de protection présente, de l'avis de tous les physiciens, beaucoup d'arbitraire; aussi a-t-elle été constamment restreinte depuis Gay-Lussac. En définitive, quelque faible qu'on la prenne, elle n'est pas de nature à être admise sans contestation. Je crois impossible, dans l'état actuel de la science, de tracer la limite précise de cette zone, ou de ce cercle de protection.

Mais, au lieu d'employer une seule tige longue et pointue, d'un placement coûteux, j'ai fait voir qu'il était plus avantageux d'employer des aigrettes à 6 ou 7 pointes, hautes de 1^m à $1^m,50$, ou 2^m et plus, et d'en multiplier le nombre sur les conducteurs, ce qui peut se faire à très peu de frais. En effet, une dizaine d'aigrettes en cuivre de 1^m ne coûtent pas autant, avec leur 60 à 70 pointes effilées, qu'une seule tige de l'ancien modèle et, si l'on se contente de fer galvanisé, travaillé en pointe, deux ou trois cents pointes, dispersées sur le faîte des édifices, sous forme d'aigrettes à 5, 6 ou 7 pointes effilées, ne coûteront pas autant qu'une tige unique de hauteur moyenne.

J'emploie, en général, des aigrettes assez courtes, de $0^m,50$ à $1^m,50$ et même 2^m, dont les pointes sont inclinées à 45° et étalées en éventail ou en corbeille, autour de la pointe centrale, plus longue que les autres; elles ont de $0^m,006$ à $0^m,008$ de

diamètre à la base. On peut les prendre en cuivre rouge ou en fer zingué; on peut employer aussi un fil de fer zingué, terminé par une pointe effilée en cuivre rouge, disposition analogue à celle employée par l'Académie pour les grandes tiges.

Arago, dans sa remarquable Notice sur le tonnerre, arrivait, d'après les observations et les expériences de Beccaria, à la conclusion que : *la quantité de matière* (fulminante ou de foudre) *enlevée à l'orage, dans le court espace d'une heure, eût suffi pour tuer plus de trois mille hommes.*

Pourquoi de nombreuses tiges courtes peuvent-elles avantageusement remplacer de longues barres de 5^m à 10^m de hauteur?

Il y a à faire intervenir les considérations suivantes :

1° Les doutes légitimes existant sur la valeur réelle de la zone ou du cercle de protection;

2° La hauteur des tiges, toujours très faible, si on la compare à la distance et à l'étendue des nuages oragenx.

3° L'analyse de Poisson sur la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs;

4° La considération que la foudre, dans la plupart des cas, ne frappe pas une seule partie, un seul point des parties élevées des corps; le plus souvent, ce n'est pas par une étincelle unique, mais sous forme de nappe, avec un ou quelques centres principaux d'intensité, qu'elle atteint et foudroie les corps terrestres en les envelopppant. C'est ce qu'admet M. le professeur Daniel Colladon, à la suite de ses nombreuses observations;

5° Il paraît incontestable que la tension doit être diminuée considérablement sur un conducteur armé de pointes nombreuses.

6° Il y a lieu de signaler un fait qui se présente assez souvent pour qu'on en tienne compte. Je veux parler de l'éclair en boule;

On a souvent constaté l'inefficacité des paratonnerres anciens contre la chute de la foudre globulaire. Or, M. Gaston Planté admet que les paratonnerres à pointes multiples, agissant sur un grand nombre de points de l'atmosphère, sont plus efficaces que les paratonnerres de grande hauteur et à pointe unique.

7° M. Gavarret, professeur de Physique à la Faculté de Médecine, après avoir répété les expériences de Perrot, disait, dès 1865 : « Il n'est plus permis, aujourd'hui, d'établir des paratonnerres à une seule pointe. »

8° Les pointes multiples, on ne doit pas l'oublier, remplissent un double rôle, que Franklin avait parfaitement défini, dès 1747; elles *soutirent* le feu électrique des nuages pour le disperser dans la terre, mais elles peuvent aussi le *rejeter*

vers le ciel. Le plus souvent, on ne distingue pas suffisamment ces deux cas dans les descriptions des coups de foudre que l'on rencontre dans les livres. La distinction entre la foudre *ascendante* ou *descendante* n'est pas toujours facile à faire, d'après l'observation des dégâts produits. C'est une lacune que l'avenir comblera, sans doute, si l'on se conforme aux vœux du Congrès : 1° *préciser les méthodes d'observation pour l'électricité atmosphérique;* 2° *réunir les éléments statistiques relatifs à l'efficacité des paratonnerres des divers systèmes et à l'action préservatrice ou nuisible des réseaux télégraphiques ou téléphoniques.*

Je me permettrai, à cette occasion, de signaler l'emploi du *rhé-électromètre* de Marianini, appareil auquel j'ai donné une forme simple et peu coûteuse, qui permet de l'intercaler dans les paratonnerres comme dans les réseaux de fils télégraphiques et téléphoniques; il indique le sens des courants et nous permet de préciser les cas où *la terre foudroie le ciel* et ceux où *le ciel ou les nuages foudroient les objets terrestres.*

Dans les questions qui touchent au bon fonctionnement du paratonnerre, l'observation, bien faite et bien décrite, a une importance considérable.

A cet égard, il y a lieu de mentionner une observation publiée en 1875 par M. R.-J. Mann, président de la Société météorologique de Londres. Il a constaté, à Pietermaritzburg, dans le Natal, après l'établissement, provoqué par lui, d'un grand nombre de paratonnerres armés de nombreuses pointes, que les chutes de foudre, fréquentes avant son arrivée, étaient devenues très rares, depuis.

Ces observations correspondent à une durée de plusieurs années.

N'est-il pas naturel d'appliquer à un édifice une donnée jugée favorable pour une ville entière, où fonctionnaient de nombreux paratonnerres armés de pointes sous forme de balais étalés et ne comprenant pas moins de 42 pointes juxtaposées pour chaque conducteur ?

Je crois donc m'accorder avec les faits et les observations en adoptant les pointes multiples.

A l'appui de l'inutilité des conducteurs à grande section, je citerai l'opinion de M. W.-H. Preece, membre du Congrès, électricien en chef de l'administration des télégraphes en Angleterre. M. Preece disait, en s'appuyant sur les observations faites en Angleterre sur les poteaux télégraphiques : *qu'un conducteur*, en fer, de $0^m,004$ à $0^m,006$ de diamètre était parfaitement suffisant pour une habitation ordinaire; suivant lui, il n'y avait pas lieu de s'astreindre à l'emploi de conduc-

teurs massifs à grande section; il ajoutait (1) que *l'emploi d'un tel conducteur était comparable à la construction d'un égout en tunnel, alors qu'un petit tuyau de drainage pouvait être suffisant.*

C'est ce principe que j'avais appliqué, en partie du moins, dès 1865, à l'hôtel de ville de Bruxelles; mais, par excès de prudence, j'avais employé huit conducteurs de $0^m,010$ de diamètre, pour protéger la tour et la flèche, et des conducteurs de $0^m,005$ et $0^m,008$, parcourant le faîte de tous les toits. Aujourd'hui, je recommande, en général, l'emploi des conducteurs de fer zingué, de $0^m,008$, faciles à poser, à courber et à onduler, en vue de la dilatation, en leur faisant suivre tous les contours des bâtiments. — Avant de me décider en faveur de conducteurs pareils, j'ai cru devoir compulser toutes les descriptions de coups de foudre, depuis Franklin, surtout lorsque la foudre passait dans un conducteur délié. J'étais arrivé à admettre le principe que Gay-Lussac pose dans son instruction, en tenant compte, bien entendu, des cas où les fils minces étaient détruits, mais avaient néanmoins préservé les édifices.

Je crois avoir largement réalisé la pensée de Gay-Lussac, en employant du fer mince, mais capable de résister à un coup foudroyant, quelle que soit son intensité, à moins, comme le disait Franklin, *que Dieu, pour nos péchés, ne trouvât bon de nous envoyer une pluie de feu, comme sur quelques cités anciennes, auquel cas il ne faudrait pas s'attendre à voir nos conducteurs, de quelque taille qu'ils fussent, protéger nos maisons contre un miracle*

Eu égard à la tension électrique d'un coup de foudre sur un fil, eu égard aux faibles frais, je me suis décidé à employer plusieurs fils, et, avant la pose du premier paratonnerre de mon système, j'ai tenu à démontrer le partage d'une étincelle unique entre 400 conducteurs métalliques de conductibilités très différentes (dans les rapports de 1 à 8, de sections variant entre $0^m,0063$ et $0^m,0008$, dont les sections sont entre elles dans les rapports de 62 à 1. J'ai même pu intercaler dans ces très minces conducteurs métalliques des conducteurs médiocres, tels que : eau pure, eau ordinaire, terre humide, terre ou sable secs. Or, ces expériences m'ont prouvé la divisibilité parfaite de l'étincelle. Elle aura lieu, en conséquence, lors d'un coup de foudre, entre les quelques conducteurs métalliques d'un paratonnerre. Mes expériences ont de plus prouvé que, dans des fils homogènes de même longueur, les détériorations, lorsqu'il s'en produit, sont les mêmes pour

(1) *The use of such an immense conductor is as though a man built a tenelled sewer, where a smalldrain pipe would do.* W.-H. Preece (*Journal of the Society of telegraph Engineers*, 1873, vol. I.)

tous, c'est-à-dire que le partage est absolument proportionnel au nombre de conducteurs, ou que l'énergie mécanique reste la même pour tous.

Raccordements terrestres. — De l'avis unanime de tous les savants qui se sont occupés des paratonnerres, la question du raccordement des conducteurs avec la terre est incontestablement la plus importante. Elle réclame l'attention la plus sévère dans ses dispositions. Qu'on lise les nombreuses descriptions de coups de foudre sur des bâtiments munis de paratonnerres, et l'on sera convaincu qu'en général c'est à un défaut de communication avec la terre que doivent être attribués les dégâts produits par la foudre. Malgré l'opposition de quelques commissions officielles scientifiques et de quelques savants, on admet, en général, aujourd'hui, l'utilité et la convenance de la liaison des conducteurs des paratonnerres avec les canalisations de gaz et d'eau. Des savants illustres, des commissions académiques et des sociétés s'occupant de la question des paratonnerres s'accordent en général, aujourd'hui, pour adopter ces principes. On a prouvé, par des observations bien faites, qu'il est plus avantageux pour l'édifice, comme pour les conduites de gaz et d'eau, de rattacher celles-ci aux conducteurs des paratonnerres que de les laisser isolées. On sait, en effet, que des conduites ont été endommagées à la suite de coups de foudre, ce qui, sans doute, n'aurait pas eu lieu si on les eût fait communiquer avec des conducteurs terminés en pointe.

Il résulte des observations, continuées pendant plus de vingt ans, en Amérique, par M. David Brooks, qu'aucun dommage n'est résulté de la liaison des conducteurs des paratonnerres aux conduites de gaz ou d'eau, tandis que l'on a signalé une foule d'accidents, plus ou moins graves, quand cette liaison a fait défaut.

Il me semble que l'on peut hardiment affirmer, aujourd'hui, que cette liaison doit être surtout recommandée en vue d'éviter des coups latéraux, ou des déviations dangereuses de la foudre vers ces conduites et les fers ou les métaux qui, actuellement, entrent dans les constructions.

Je crois pouvoir affirmer que lorsque le paratonnerre possède un raccordement tel, qu'il assure une communication parfaite et assurée avec la terre par une large surface, il est quelques parties métalliques qu'on peut laisser sans danger en dehors du système des conducteurs.

On est parfois obligé d'en agir ainsi et j'ai dû le faire, quelquefois, à regret, à cause des difficultés que je rencontrais pour établir ce raccordement dans des édifices achevés.

Ces difficultés, que l'on rencontre particulièrement lorsqu'il s'agit de protéger un bâtiment déjà achevé, disparaîtraient si

l'on prévoyait la pose d'un paratonnerre, dès les fondations des édifices importants. Les coefficients déterminés, d'après le courant de la pile, ne sont pas absolument applicables aux cas de foudre.

Je crois l'avoir prouvé, dès mes premières études, en 1865, en faisant voir qu'une étincelle passe avec autant de facilité par un conducteur en fer que par un conducteur en cuivre, qui, cependant, conduit six ou sept fois mieux le courant de la pile que le fer, ou qui lui offre une résistance six ou sept fois moindre. Ainsi l'instantanéité de la décharge, ou du courant, modifie la conductibilité. Mais nous ne connaissons pas, aujourd'hui, la valeur de ce coefficient, que l'avenir déterminera, tant pour la conductibilité du métal, que pour celle des conducteurs dont nous avons à tenir compte. Je veux parler de l'eau et de la terre humide.

Un paratonnerre ayant un conducteur métallique d'un centimètre carré de section devrait, pour transmettre *absolument librement* à l'eau (c'est-à-dire sans autre résistance que celle qui lui est offerte par le fer, bon conducteur) l'électricité qui le parcourt, ou la foudre qui le frappe, être terminé par une plaque de fer de 225^{m} de côté, et immergée par ses deux faces. Pour réaliser ces mêmes conditions dans un sol humide, cette plaque ne devrait pas avoir moins de 450^{m} de côté. Ces conditions sont absolument irréalisables dans la pratique.

Il faut donc se rapprocher, autant que la pratique le permet, de cette donnée irréalisable, en augmentant, par tous les moyens dont on dispose, la surface de contact avec l'eau, ou le sol humide, en augmentant les surfaces de l'organe qui constitue le paratonnerre souterrain dans le puits, et, surtout, en rattachant les conducteurs de paratonnerres aux immenses ramifications des deux canalisations métalliques du gaz et de l'eau.

Pour l'hôtel de ville de Bruxelles, j'ai employé, dans le puits, un tube de fonte offrant 10^{mq} de surface, 20 fils de fer pointus de 5^{m} de long et 0^{m},012 de diamètre, dont la surface immergée équivaut à 4^{m}, soit 14^{m} à 15^{m}, non compris 8 grandes lames de charbon des cornues à gaz de 0^{m},350 de largeur sur une longueur de plus de 1^{m}; des dérivations des conducteurs sont en outre en communication avec les canalisations du gaz et de l'eau.

Coût de la pose des paratonnerres. — Il me reste à examiner un dernier côté de la question : c'est le côté économique. Il est évident que la question *d'efficacité* prime tout le reste; mais, la sûreté étant acquise, il importe de se rendre compte des frais.

Dès 1823, Gay-Lussac cherchait les moyens de mettre les paratonnerres, trop coûteux à son époque, à la portée de

toutes les fortunes. En Écosse, d'après l'illustre professeur et électricien, sir William Thompson, les grands manufacturiers prétendent qu'il est moins coûteux d'assurer les bâtiments que de les munir de paratonnnerres [1]. L'illustre professeur, M. Helmholtz, demandait au Congrès un examen approfondi de la question du bon marché; il avait d'abord cru que les paratonnerres de mon système étaient plus coûteux que ceux des systèmes anciens.

Je crois avoir éclairé la question d'économie en donnant les devis et les sommes payées pour l'établissement de quelques paratonnerres établis dans ces dernières années en Belgique.

Les paratonnerres devant couvrir et protéger une superficie donnée de bâtiments, leurs prix peuvent être évalués, comparativement, d'après le nombre de mètres carrés de surface couverte protégée, abstraction faite des édifices munis de clochers et de flèches. Le prix du mètre carré, pour les paratonnerres construits conformément à l'ancien système, d'après les instructions françaises, a varié, en Belgique, pour six grands monuments, de $3^{fr},02$ à $9^{fr},68$, avec une moyenne générale de $4^{fr},46$, tandis que le prix de trois paratonnerres de mon système n'a été que $0^{fr},47$ à $0^{fr},77$, soit en moyenne $0^{fr},66$ par mètre carré de surface protégée.

J'ai dit et je crois pouvoir maintenir que les détails que j'ai donnés dans mon livre suffiront pour mettre tout ouvrier serrurier, ou forgeron intelligent à même de construire un paratonnerre, et tout propriétaire soigneux à même d'en surveiller le bon établissement.

Voici l'exemple d'un paratonnerre établi sur une grande ferme chez un de mes amis, qui l'a fait poser par des ouvriers ordinaires; il a employé du fil de $0^{m},006$ en fer galvanisé. Le paratonnerre a été muni de 36 aigrettes, soit 216 pointes, 11 contacts à la terre, dont deux à 2 puits différents et 2 à un étang; le circuit des faîtes, qui se trouvent dans 9 plans horizontaux différents, a plus de 300^{m} de développemen; la profondeur moyenne des bâtiments peut être estimée à 7^{m}, soit en nombres ronds une surface couverte de 2000^{mq}. Or le tout a coûté environ 400^{fr}, soit $0^{fr},20$ par mètre carré de surface couverte. Je me crois donc autorisé à dire : *Partout, dans les villes comme dans les campagnes, on pourra dorénavant se donner le luxe de faire armer son habitation d'un paratonnerre, pour se mettre à l'abri de la foudre, tout comme on se donne le luxe d'un foyer, pour se garantir du froid et d'une*

---

[1] Voici comment sir William Thompson s'exprimait dans un meeting tenu à Aberdeen : « *If I urge our manufactures to put up lightning conductors they say : it is cheaper to insure than to put up conductors.* »

cheminée pour expulser au dehors lès produits nuisibles de la combustion du bois ou de la houille.

Conclusion. — En résumé, je crois avoir établi que le système de paratonnerres que j'ai proposé réalise, à un plus haut degré, l'action *préventive* et *préservative* d'un *parafoudre* et qu'il est moins imparfait que ceux établis jusqu'à ce jour.

J'attends avec calme le jugement que l'avenir portera et la démonstration fournie par les relevés statistiques dans les divers pays, conformément au vœu émis par le Congrès international des électriciens en 1881.

Troisième campagne maritime de l'aviso « le Travailleur ».

L'exploration des grandes profondeurs de la mer, commencée en 1880 et 1881, par les naturalistes embarqués à bord d'un bâtiment de l'État, *le Travailleur*, se poursuit en ce moment sous la direction de M. Alphonse Milne-Edwards, membre de l'Institut et professeur administrateur au Muséum d'Histoire naturelle. Les lecteurs de notre *Bulletin hebdomadaire* connaissent les principaux résultats obtenus ainsi dans le golfe de Gascogne, sur les côtes nord de l'Espagne et du Portugal, ainsi que dans la Méditerranée (¹). Les recherches que la Commission se propose de faire cet été auront lieu principalement dans la partie de l'océan Atlantique comprise entre Rochefort, l'île de Madère et les îles Canaries. Le *Travailleur*, commandé par M. le lieutenant de vaisseau Parfait, a dû prendre la mer le 3 de ce mois et se diriger d'abord sur la côte nord-ouest de l'Espagne; il fera ensuite des dragages au large de la côte du Portugal et dans les grandes profondeurs comprises entre le détroit de Gibraltar et Madère, ainsi que dans les parages des îles Canaries et de la côte occidentale du Maroc. M. Alphonse Milne-Edwards est accompagné par deux des membres des expéditions précédentes, M. de Folin et M. Fischer; par M. Sabatier, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, par M. le Dr Viallanes, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, et par M. Bertholus, élève de M. le professeur Chauveau, de la Faculté de Lyon. Les autres membres de la Commission ne s'embarqueront pas, mais prendront part aux études dont les nouvelles collections formées par le *Travailleur* seront ultérieurement l'objet. Nous apprenons aussi avec satisfaction que le Ministre de la Marine, à la demande de son collègue au département de l'Instruction publique, n'a rien négligé pour assurer le succès des opérations de dragages, qui devront être pratiquées à des profondeurs de plus de 5000m.

(¹) Voir les *Bulletins* nos 20, du 15 août 1880, et 95, du 22 janvier 1882.

Nous tiendrons les lecteurs de notre *Bulletin* au courant des résultats obtenus par le *Travailleur* pendant cette troisième campagne, qui doit se prolonger jusqu'en septembre et sera probablement non moins fructueuse que ne l'ont été les explorations faites en 1880 et en 1881, sous la direction du même naturaliste.

Observations de l'aurore boréale faites, pendant l'hiver de 1879, par M. Nordenskiöld.

L'illustre voyageur rend compte dans les termes suivants des différentes apparences sous lesquelles l'aurore boréale s'est montrée dans le détroit de Behring pendant le séjour de la *Vega* dans ces parages :

« Nous ne l'avons jamais vue dans ces contrées sous l'apparence de magnifiques rubans ou de draperies lumineuses qu'elle présente si fréquemment en Scandinavie, mais seulement comme des arcs lumineux semblables à un halo et qui restaient heure après heure et jour après jour dans la même position. Quand le ciel n'est pas voilé par les nuages et que la faible lumière de l'aurore ne disparaît pas devant l'éclat des rayons du soleil ou de la pleine lune, ces arcs paraissent généralement entre 8^h et 9^h du soir et sont visibles sans interruption au milieu de l'hiver jusqu'à 6^h, et plus tard dans la saison jusqu'à 3^h du matin. Il suit de là que l'aurore, même dans une année où elle est à son minimum, *est un phénomène naturel permanent.* La position presque fixe des arcs a de plus permis de prendre un grand nombre de mesures de leur hauteur, largeur et position, dont je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes : notre globe est orné, même dans les années minima d'aurores, d'une couronne lumineuse simple, double ou multiple, presque constante, dont le bord intérieur est situé à une hauteur d'environ 200^{km} ou 0,03 du rayon terrestre au-dessus de la surface de la terre; le centre de cette couronne lumineuse, « le pôle de l'aurore », est un peu au-dessous de la surface de la terre, un peu au nord du pôle magnétique et, le diamètre de cette couronne étant de 2000^{km}, soit 0,3 du rayon terrestre, elle s'étend sur un plan perpendiculaire à ce rayon, qui en touche le centre.

» J'ai appelé cette couronne lumineuse *la gloire de l'aurore*, à cause de sa forme et de sa ressemblance avec les auréoles qui entourent les têtes des saints. Cette aurore boréale en forme de couronne est à l'aurore de Scandinavie en forme de rayons ou de draperies ce que sont aux vents orageux et irréguliers du nord les vents alizés et moussons du sud. La lumière de la couronne elle-même n'est jamais en rayons,

mais ressemble à celle qui traverse un verre noirci. Quand l'aurore est plus forte, la dimension de la couronne lumineuse change; on voit des arcs doubles où multiples qui sont généralement dans le même plan et ont un centre commun avec des rayons qui vont d'un arc à l'autre. On voit rarement des arcs placés irrégulièrement les uns par rapport aux autres ou se croisant.

» L'espace dans lequel les arcs communs sont visibles est compris entre deux cercles qu'on pourrait tracer sur la terre, dont le pôle de l'aurore serait le centre et qui auraient des rayons de 8° et de 28°, mesurés sur la circonférence du globe. Il touche seulement dans une petite partie aux contrées habitées par des peuples d'origine européenne (la partie la plus septentrionale de la Scandinavie, l'Irlande, le Groënland danois), et même au milieu de cet espace il y a une bande qui passe par le centre du Groënland, le sud du Spitzberg et la terre de François-Joseph, où l'arc commun forme seulement un faible voile lumineux très étendu au zénith et n'est peut-être visible que pendant l'obscurité de l'hiver, étant très affaibli dans cette partie. Cette bande sépare la région où ces arcs lumineux sont vus, principalement au sud de celle où ils sont vus au nord. Dans la partie la plus rapprochée du pôle de l'aurore, on ne voit que les plus petites couronnes lumineuses et dans le milieu de la Scandinavie, au contraire, les plus grandes et les plus irrégulières. Mais dans cette dernière région, comme dans le sud de l'Amérique, les orages d'aurorès et les aurores en rayons ou en draperies sont au contraire communs et semblent être plus rapprochés de la surface de la terre que l'aurore en arc. La plupart des expéditions polaires ont hiverné si près du pôle de l'aurore que l'*aurore permanente en arc* était là au-dessous ou tout près de l'horizon, et, comme l'aurore en rayons ne paraît pas se produire fréquemment dans ces limites, on comprend facilement pourquoi les nuits aux quartiers d'hiver de ces expéditions étaient si rarement illuminées par l'aurore et pourquoi la description de ce phénomène tient si peu de place dans leurs récits de voyages. »

(Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*)

Le Gérant, E. COTTIN.

À la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences

7240. Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

16 JUILLET 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 120.

Projet de percement de puits artésiens gigantesques dans le Sahara algérien, par M. **J. Tissot**, ingénieur des mines.

Aujourd'hui que l'isthme de Suez a été coupé, que le percement de l'isthme de Panama est en bonne voie d'exécution, que l'on essaye de mettre la France en communication directe avec l'Angleterre au moyen d'un tunnel sous-marin et que M. Roudaire aurait probablement réussi à faire établir dans le nord de l'Afrique une mer intérieure, si la dépense de cette opération n'était pas considérée comme hors de proportion, avec les avantages à en espérer, les travaux les plus gigantesques n'effrayent l'imagination, ni des ingénieurs, ni des capitalistes, et si on ne les réalise pas, tout au moins on les soumet à un examen sérieux. C'est ainsi que, à l'occasion des études faites sur la constitution géologique de la province de Constantine, un ingénieur très distingué, M. J. Tissot, a adressé au Ministre des Travaux publics un Mémoire fort intéressant sur les conséquences probables du percement d'une partie considérable de l'écorce solide du globe en vue de l'obtention d'un fleuve d'eau chaude, au milieu du désert Saharien.

Le projet exposé par M. Tissot repose sur des idées théoriques neuves et séduisantes relatives à la constitution de la croûte solide du globe; les vues de ce savant intéresseront le public aussi bien que les géologues, et par conséquent nous croyons être agréable aux lecteurs de notre *Bulletin hebdomadaire* en plaçant sous leurs yeux un extrait du travail dont nous venons de faire mention :

« On a toujours été d'accord, dit M. Tissot, pour diviser les roches qui composent l'écorce terrestre en deux grands groupes : celui des roches fossilifères ou sédimentaires proprement dites, auxquelles j'ai, moi-même, donné le nom de *sédiments externes,* et celui des roches azoïques dépourvues de tout vestige d'or-

ganisation ou de vie, caractérisées par leur nature cristalline, et auxquelles j'ai donné le nom de *cristallophylliennes* ou *sédiments internes*.

» On a pu, par suite des effets du métamorphisme, discuter sur les limites de ces deux grands groupes, mais personne n'a jamais songé à contester qu'il y ait lieu d'en faire la distinction d'une manière générale.

» Partout où l'on a pu voir quelle est la composition de l'écorce terrestre en dessous des sédiments fossilifères, on a toujours trouvé qu'elle est formée de gneiss ou de granit ou des roches cristallines de types variés qui en dérivent, et c'est aujourd'hui, en Géologie, un fait bien établi et universellement admis que la base de l'écorce terrestre est, en général, formée par le granit, le gneiss ou leurs dérivés.

» La parenté de ces roches avec les roches éruptives ou volcaniques proprement dites est manifeste.

» On considérait autrefois les unes et les autres comme des produits ignés proprement dits, c'est-à-dire comparables jusqu'à un certain point aux laitiers et scories qui sortent de nos foyers métallurgiques. Il est démontré aujourd'hui que cette manière de voir était complètement inexacte, et que les quartz et silicates qui constituent le granit, le gneiss et tous nos sédiments internes ne peuvent se former que dans l'eau chaude et comprimée. Des expériences nombreuses ont définitivement justifié cette manière de voir. Je me bornerai à rappeler celles de M. Daubrée, qui opérait dans des tubes de verre fermés contenant de l'eau chargée de réactifs convenables, et qui, avec le temps, est arrivé à reproduire les minéraux constitutifs des granits à des températures comprises entre 300° et 400°.

» La conclusion forcée de ces faits, c'est qu'il y a partout sous l'écorce terrestre, entre elle et le noyau igné proprement dit, une sorte de magma aquifère, que j'ai appelé le *magma aquifère infragranitique,* et d'où dérivent à la fois les granits, les gneiss et les roches éruptives ou volcaniques proprement dites. On peut le considérer comme une sorte d'océan interne qui, d'ailleurs, est constamment en communication avec l'océan proprement dit ou océan externe, par un double mouvement centripète et centrifuge. Le mouvement centripète, c'est-à-dire celui par lequel l'eau passe de l'océan externe à l'océan interne, s'effectue sous l'influence combinée de la gravité, de la capillarité et de la chaleur interne, comme l'ont montré de remarquables expériences de M. Daubrée. Le mouvement centrifuge, c'est-à-dire celui par lequel l'eau repasse de l'océan interne à l'atmosphère et à l'océan externe, s'effectue sous l'influence de la tension de la vapeur, jusqu'à présent seulement par les fissures naturelles, les sources thermales et les

volcans. Il s'agit de savoir si nous pouvons lui ouvrir de nouvelles voies dans des conditions convenablement choisies, de manière à nous permettre d'en utiliser soit la puissance mécanique, soit la chaleur, soit l'eau elle-même, soit tous ces éléments à la fois.

Les expériences faites sur la formation des minéraux du granit dans l'eau chaude et comprimée nous apprennent que la profondeur où se forment ces minéraux, et, par conséquent, ce qu'on pourrait appeler le *gisement* du magma aquifère infragranitique, est, à la profondeur où règnent les températures, de 300° à 400°.

» Si l'on prend la progression, ordinairement admise en Europe, de 1° par 33^{m} ou 30° par kilomètre, on voit qu'à 10^{km} on aurait 300° d'augmentation et à 13^{km}, 400°; mais la progression peut être plus rapide dans d'autres régions. Dans le Sahara, les sondages actuellement exécutés ont conduit à admettre 1° par 25^{m} ou 40° par kilomètre. La rapidité de la progression ne peut aller qu'en augmentant avec la profondeur, et, par conséquent, si nous nous tenons à la région du Sahara, on peut dire que la température de 300°, correspondant à une augmentation de 275°, serait atteinte à un nombre de kilomètres représentés par $\frac{275}{40}$ ou 6^{km},875, et celle de 340° à 7^{km},875. On peut donc dire, en nombre rond, qu'on aurait 350° à 8^{km}.

» Mais si les eaux extérieures pénètrent à travers l'écorce, sous la seule influence de la pesanteur, on doit penser que les eaux surchauffées du magma aquifère infragranitique doivent encore plus facilement et sur de plus grandes étendues pénétrer de bas en haut l'écorce, toujours plus ou moins fissurée.

» Si dans les travaux de mines nous trouvons les eaux extérieures à 1^{km} et plus au-dessous de la surface, nous devons penser que les vapeurs surchauffées du magma aquifère intérieur doivent se rapprocher de la surface d'une quantité bien plus grande que 1^{km}. Si leur gisement normal est vers 8^{km}, comme cela a été établi ci-dessus, on doit s'attendre à ce que leur influence se rapproche de la surface d'au moins 3^{km} ou 4^{km}, et, par conséquent, se fasse sentir, d'une manière générale, à 4^{km} ou 5^{km} de profondeur.

» Mais il est facile de voir qu'il y a des zones où leurs relations avec les parties extérieures de l'écorce doivent être considérablement facilitées et étendues par les conditions mêmes du mécanisme.

» L'écorce terrestre peut être considérée comme formée de fragments plus ou moins indépendants, flottant sur le noyau fluide et pouvant prendre, les uns par rapport aux autres, des mouvements verticaux, comparables à ceux qui peuvent se produire dans un système d'icebergs flottant sur la mer. De

même que dans ce système d'icebergs les parties les plus saillantes sont celles qui plongent le plus profondément, les parties les plus déprimées sont celles qui plongent le moins porfondément, et si les parties contiguës sont l'une chargée et l'autre déchargée, elles prendront, ou tendront à prendre, des mouvements verticaux différents.

» Or, dans l'écorce terrestre, si nous considérons, par exemple, la grande saillie de l'Atlas et la grande dépression du Sahara, la première est constamment déchargée par les érosions externes et par les corrosions internes, tandis que la seconde est constamment chargée par les alluvions externes et les incrustations internes : elles tendent donc à prendre des mouvements verticaux de sens contraires. De là la tendance à la production vers leur ligne de jonction, c'est-à-dire vers le pied méridional de l'Atlas ou le bord septentrional du Sahara, de grandes cassures verticales ou voisines de la verticale qui, comme je le dis ci-dessus, permettront aux vapeurs dérivées du magma aquifère interne de manifester leur influence bien plus près de la surface. Si, d'une manière générale, cette influence doit se manifester à 4^{km} ou 5^{km}, comme il a été dit ci-dessus, dans une pareille zone de dislocations, voisines de la verticale, elle devra sans doute se manifester tout au plus à 3^{km} ou 4^{km}, de sorte que cette profondeur, indiquée pour les forages profonds dans une Note précédente, est un maximum qu'il ne sera sans doute pas nécessaire d'atteindre.

» Dans cette Note, j'ai parlé des influences que ces forages profonds pourraient nous permettre d'exercer sur le mécanisme météorologique et même sur le mécanisme géologique. Il convient de traduire, sous une autre forme plus facilement saisissable, les éléments de puissance qu'ils mettraient entre nos mains.

» Admettons toujours qu'on ait pu réaliser la section de 1^{mq} avec la profondeur de 4^{km} et la température de 185°, correspondant à une pression effective de $10^{kg},5$ par centimètre carré et un débit de 45000^{kg} de vapeur par seconde. Pour produire une pareille quantité de vapeur, il faudrait au moins 6 tonnes de charbon par seconde, ou par 24 heures plus de 500000 tonnes.

» C'est une puissance colossale au point de vue des unités qui ont cours dans l'industrie actuelle, et l'on peut dire que l'utilisation de la chaleur centrale, par le procédé ci-dessus indiqué, apportera à la puissance humaine, au point de vue industriel proprement dit, un développement qui sera aussi colossal et aussi inattendu que ceux que nous avons déjà cherché à faire entrevoir au point de vue des mécanismes météorologique et géologique.

» On objectera, sans doute, qu'une pareille force disponible

sur un point sera impossible à régler, à distribuer et à utiliser. Mais d'abord on pourra n'aller qu'à 3^{km} ou $2^{km},5$; rien ne prouve que la section de 1^{mq} admise dans les calculs ci-dessus est celle qu'il conviendra de réaliser dans la pratique, et puis nos calculs supposent implicitement que le puits débouchera dans une nappe d'eau pure, tandis qu'en réalité il débouchera dans une matière spongieuse imbibée. En outre, avec des mécanismes convenables, la vapeur pourra être transformée, sur place, en force électrique que des conducteurs convenablement installés distribueront ensuite dans tout le pays, pour y produire soit de la force mécanique dans des manufactures, soit de la chaleur dans des foyers métallurgiques, et cela, pour ainsi dire, comme nos fils télégraphiques actuels distribuent partout les dépêches.

» Il n'y a donc plus à se préoccuper de l'absence de combustible minéral en Algérie.

» A un point de vue plus général, il n'y a pas à se préoccuper non plus de l'épuisement futur des combustibles minéraux contenus dans l'écorce terrestre.

» Ces approvisionnements naturels d'énergie sont au développement de l'humanité ce que l'approvisionnement contenu dans l'œuf est au germe, puis à l'embryon qui en dérive. Lorsque le jeune oiseau, s'étant nourri du contenu de l'œuf, a atteint un degré de développement déterminé, il brise sa coquille et se trouve préparé, par son organisation même, à utiliser les ressources que le milieu ambiant lui offre en abondance sous une forme toute nouvelle. De même, après s'être développée aux dépens des approvisionnements naturels constitués par les combustibles minéraux, l'humanité n'a plus maintenant qu'à briser sa coquille d'ignorance et à se dire qu'elle est faite pour vivre en utilisant les flots inépuisables d'énergie contenue dans le milieu cosmique, et qui, par le jeu même du mécanisme, viennent incessamment, comme en des foyers de convergence naturels, se concentrer dans les astres dont la surface sert d'habitation aux populations diverses de l'univers.

» Non seulement l'humanité doit envisager cela comme une possibilité, comme une éventualité dont elle peut profiter; elle doit se pénétrer de cette idée que là est son devoir, c'est-à-dire que là est la fin à laquelle elle est prédestinée par les conditions mêmes du mécanisme universel.

» L'idée de forages de 2^{km}, 3^{km} ou 4^{km} de profondeur n'est pas de celles avec lesquelles on est familiarisé. Bien des personnes seront tentées de la considérer, *a priori*, comme irréalisable. Mais il faut remarquer que la possibilité d'équilibrer les tiges, possibilité dont on a déjà usé dans les sondages qui ont atteint ou dépassé 1^{km} de profondeur, atténue

beaucoup la difficulté et même la fait disparaître complètement.

» On objectera encore la haute température qui régnera dans le puits et qui pourrait rendre son orifice inabordable, mais on pourra toujours éviter cet inconvénient par une galerie latérale par laquelle on fera passer la vapeur ou l'eau chaude provenant du puits. »

Les batteries a éléphants dans l'Inde anglaise;
par M. **Noël-J.-B. Dumas.**

Les nombreuses expéditions dirigées par la Grande-Bretagne dans les pays les plus lointains et les plus divers ont permis à ses troupes d'utiliser et d'expérimenter les moyens de transport les plus variés. Dans des contrées où les routes font ordinairement défaut et dont le sol est parfois improductif, sous des climats qui épuisent rapidement l'organisme et la santé des Européens, la question des transports acquiert une importance capitale, et les difficultés presque insurmontables avec lesquelles les Anglais se sont toujours trouvés aux prises leur ont donné toutes facilités pour faire de ces matières une étude approfondie. Tantôt nous les voyons, comme dans la Nouvelle-Zélande, utiliser la charrette à deux roues du pays traînée par deux chevaux attelés en flèche, tantôt au Zululand se servir du *waggon,* dont l'attelage se compose de seize bœufs et dont trois suffisent pour occuper une longueur de 100^{m} (1).

Les qualités respectives des animaux de bât et des animaux de trait ont encore donné lieu chez nos voisins à bien des controverses. Les opérations des armées anglaises étaient, au commencement de ce siècle, limitées principalement à la péninsule ibérique, pays très mouvementé et dépourvu de routes, où le commerce employait surtout les animaux de bât. Aussi les Anglais restèrent-ils convaincus longtemps que ce dernier mode de transport était le meilleur au point de vue des grandes opérations; les autres puissances, au contraire, guidées par l'expérience de leurs guerres sur le continent, conservaient l'usage des voitures, dont la supériorité est incontestable sur de bonnes routes. Le chargement moyen d'une voiture est en effet d'environ 1500^{kg}, tandis que celui d'un mulet n'atteint guère plus de 75^{kg}. Il s'ensuit qu'un fourgon porte autant de rations que 18 ou 20 mulets de bât : encore ce rapport ne tient-il pas compte de la différence économique des deux systèmes au point de vue des bouches à

(1) Major Furse, *Studies on transport.*

nourrir, sans faire entrer ici en ligne de compte la différence entre la fatigue imposée à la bête de somme et celle que subit la bête de trait.

Mais, indépendamment des mulets, les armées anglaises utilisent encore le chameau, l'éléphant, le bœuf. L'emploi que les Anglais ont fait, dans leurs possessions des Indes ([1]), de ces divers animaux, et en particulier des éléphants, est intéressant à signaler.

La *Revue militaire de l'étranger*, dans une étude publiée en 1880 ([2]), s'est occupée de ces derniers, considérés comme animaux de bât; l'artillerie anglaise s'en sert encore pour traîner ses canons, et ils ont rendu sous ce rapport les plus grands services. La vitesse de l'éléphant attelé est de 5600^{m} à l'heure pendant 22^{km} ou 23^{km}; cependant il importe que la température soit peu élevée ou que la marche ait lieu de nuit; car, pendant la grande chaleur, son allure se ralentit beaucoup.

Sa nourriture habituelle se compose de farine grossière dont il mange environ $7^{kg},3$ par jour, sous forme de gâteaux, et de 36^{kg} de fourrages, tels que tiges de canne à sucre ou de blé, feuilles et brindilles de figuier, etc.

Deux éléphants sont nécessaires pour traîner une pièce dite lourde ([3]) : l'un est attelé dans les brancards et l'autre en flèche. Cependant la masse considérable de l'éléphant et sa force énorme lui permettent de traîner seul un canon, soit en remontant, soit en descendant un ravin étroit, où l'espace manquerait à un attelage de bœufs ou de chevaux et où l'on serait contraint de recourir à des manœuvres de force.

Dans un pays dont le sol est sablonneux ou très mouvementé, l'éléphant attelé marche beaucoup plus rapidement que les chevaux ou les bœufs ne pourraient le faire : il suit sans difficulté, dans ces circonstances, l'infanterie partout où celle-ci peut passer.

S'agit-il de traverser une rivière dont le lit est sablonneux et en partie dangereux, il tâte le terrain avec la plus grande prudence et s'arrête s'il sent qu'il s'engage sur un sable mouvant. Quand l'ignorance de son conducteur l'a amené sur un semblable terrain, il suffit de lui jeter quelques fascines : il sait les employer et sortir de cette position dangereuse, tandis

---

([1]) A toutes les époques, même les plus reculées, et ce fait est prouvé par tous les témoignages de l'antiquité; les peuples qui ont habité l'Inde ont toujours entretenu pour la guerre un nombre très considérable d'éléphants.

([2]) Voir *Revue militaire de l'étranger*, n° 502, page 217 (1880).

([3]) La série des pièces lourdes commence à partir de la pièce de 9 livres inclusivement. Il existe toutefois une pièce de 9 livres légère.

qu'avec des chevaux ou des bœufs la pièce et l'attelage eussent été perdus.

Le harnachement de l'animal consiste en un grand tapis qui le protège contre les écorchures et tombe assez bas des deux côtés pour empêcher les chaînes d'attelage ou les traits de le blesser, car sa peau, bien que fort épaisse, est néanmoins très sensible et très délicate. Sur ce premier tapis, on dispose une seconde couverture plus petite, puis une troisième fortement rembourrée de paille : c'est sur cette dernière que repose la selle. Celle-ci sert uniquement à attacher la sous-ventrière, car l'éléphant tire par la ceinture, au moyen de traits et de chaînes d'attelage rattachés à la sous-ventrière par des crochets; le collier et la croupière maintiennent la selle dans la position qu'elle doit occuper et l'empêchent de glisser soit en avant, soit en arrière. Une dossière supporte les brancards; l'avaloire, accrochée aux brancards, sert dans le cas où il s'agit de faire descendre une pièce le long d'une rampe; enfin le conducteur pose ses pieds sur de grossiers étriers en corde. Toutefois, et c'est un défaut qui a sa gravité, l'éléphant va mal au feu : il est nécessaire, quand on l'emploie pour mener les pièces, de lui adjoindre un train supplémentaire de bœufs qui conduisent celles-ci jusque dans la zone du combat; le changement d'attelage n'exige pas plus de trois minutes [1].

Les bœufs constituent donc les auxiliaires indispensables de l'éléphant, et jamais on ne les sépare : ils vont au feu sans aucune difficulté et, quand on ne les surmène pas, ils supportent fort bien les plus grandes fatigues. Les chevaux sous ce rapport ne peuvent en aucune façon leur être comparés, quoique leur allure soit beaucoup plus rapide. Ils marchent moins vite que les éléphants; toutefois sur une bonne route la différence est peu sensible. Dès que le terrain devient difficile, que le sol détrempé ne peut plus supporter le poids des pièces, quand les roues s'enfoncent, comme cela arrive parfois, jusqu'au moyeu, quand le tirage devient exceptionnellement pénible, leurs services sont inestimables [2], car le caractère ardent des chevaux ne permettrait pas de les utiliser dans de telles circonstances, tandis que les bœufs parviennent, à force de patience et d'efforts soutenus, à enlever les pièces à travers des passages réputés infranchissables.

---

(1) *Handbook for field service*, by Br. general Lefroy, published by authority.

(2) Dans les *Méthodes de guerre au* XIXe *siècle* du colonel Pierron, il est dit que dans les descentes très rapides les bœufs s'étourdissent, qu'ils roulent souvent et que le conducteur, pour distraire leur attention et leur faire relever la tête, ce qui les empêche de tomber, agite rapidement son chapeau devant leurs yeux de temps à autre, en marchant à reculons et leur faisant face.

Chaque paire de bœufs porte un joug et une chaîne d'attelage, de sorte qu'il suffit, pour atteler un nombre quelconque de bœufs, de réunir les extrémités de chaque chaîne.

Le conducteur s'assied sur le joug entre les deux bœufs appareillés et les dirige au moyen d'une corde passée dans le cartilage de leur naseaux. Parfois il devient difficile de conduire un attelage composé d'un grand nombre de ces animaux, car ils se jettent de côté en tirant; on attelle alors un éléphant en tête comme chef de file et l'on vient ainsi à bout de la difficulté.

On adjoint enfin aux bœufs et aux éléphants, spécialement pour le bât, une certaine quantité de chameaux.

C'est en effet, après l'éléphant, qui porte environ 1000^{kg}, la meilleure de toutes les bêtes de somme. Son chargement est de 200^{kg}. On ne peut guère cependant s'en servir ailleurs qu'en plaine. Facile à conduire, il se contente d'une nourriture commune. Celui dont on se sert aux Indes est néanmoins vicieux et assez difficile ([1]). Dès qu'il tombe malade, il devient délicat et il faut lui donner une nourriture plus choisie. Son allure est environ de 3^{km},2 à l'heure pendant vingt heures. Durant les haltes, il se repose en s'agenouillant. Sur les terrains argileux et après la pluie, il glisse et devient incapable d'avancer.

Nous ne saurions mieux faire, pour déterminer nettement les conditions d'emploi et d'usage de ces divers animaux aux Indes, que de renvoyer ici à la marche de la 5e batterie lourde de la 11e brigade, ou *batterie à éléphants* ([2]), de Morar à Candahar, dont le major d'artillerie Collingwood a publié l'intéressant journal dans les *Proceedings of the Royal Artillery institution*, travail dont le *Bulletin de la réunion des Officiers* a précédemment donné une traduction. La longueur des étapes parcourues par cette batterie a varié entre 11^{km} et 26^{km}; l'une d'elles a atteint 50^{km} et fut effectuée de nuit. Les éléphants ont marché pendant 2041^{km}. Ces chiffres et le récit précédemment cité dispensent de tout commentaire; mais nous n'omettrons point de rappeler que l'Afrique produit aussi des éléphants qui, bien que plus petits, moins intelligents et plus farouches que ceux d'Asie, n'en seraient pas moins susceptibles d'être employés par les services de notre armée.

Quant aux dromadaires, on nous permettra de rapporter brièvement l'emploi que nous en avons su faire à la fin du siècle dernier.

Pendant l'expédition d'Égypte, l'attention du général Bona-

([1]) Général Wolseley, *Field Pocket-Book*.

([2]) 9 éléphants, 300 bœufs, 18 chevaux, 280 chameaux, 35 voitures.

parte fut un jour attirée sur deux dromadaires qui, sellés et bridés, attendaient près de la tente d'un cheik. Voulant savoir si ce que l'on disait de la rapidité et de la docilité de ces animaux était vrai, il dit à Eugène de Beauharnais et à Édouard Colbert de monter dessus et de les faire courir. « A peine étions-nous perchés sur cette monture d'une nouvelle espèce », raconte le général Colbert dans ses souvenirs inédits, « que Bonaparte, sa cravache à la main, lançant son cheval après nous, cherchant à nous atteindre, se mit à nous poursuivre, mais sans pouvoir nous joindre, bien qu'il montât un excellent cheval. Cette plaisanterie eut des suites sérieuses. Frappé de la légèreté de ces animaux, de leur sobriété, de leur résistance à la fatigue, il conçut tout de suite l'idée de les utiliser. » Les Arabes bédouins, en effet, inquiétaient souvent les derrières de l'armée et venaient jusque dans les faubourgs du Caire commettre des vols et des assassinats. Grâce à la vitesse supérieure de leurs chevaux, ils parvenaient presque toujours à échapper aux poursuites de la cavalerie française. Le général Bonaparte tenait à mettre un terme à ces incursions ; sa pensée fut bientôt réalisée et l'armée, par un arrêté du 9 janvier 1799, fut augmentée d'un *régiment de dromadaires* à quatre escadrons, composés d'hommes d'élite montés sur ces animaux. Chaque chameau portait des vivres et de l'eau pour cinq ou six jours : il était monté par deux hommes placés dos à dos, armés d'un fusil de dragons avec baïonnette et d'un sabre de hussard ; l'uniforme dessiné par Kléber, dans le goût oriental, était très brillant. »

Ce régiment rendit de grands services : il était employé non seulement à surveiller et à combattre les Arabes et les contrebandiers du désert, mais encore à éclairer les marches, à faire des reconnaissances lointaines, à porter des ordres pressés. Une remarque assez curieuse à faire, c'est qu'à peu près au même moment, Desaix, dans la haute Égypte, avait eu la même idée et fait monter sur des dromadaires un bataillon de la 21e demi-brigade. Toutefois ce corps obtint moins de succès que le précédent et l'on finit par l'y incorporer. L'effectif du régiment des dromadaires fut alors porté à 700 montures.

Il peut n'être pas sans intérêt de comparer ces essais d'infanterie montée à ceux qui ont été récemment tentés dans le sud oranais, sous la nécessité de transporter rapidement quelques compagnies d'un point à un autre où leur présence n'était point attendue, afin de surprendre l'adversaire avant que le mouvement effectué lui eût été signalé.

Description d'un type peu connu de l'ordre des Gallinacés ; par M. E. Oustalet.

Les collections du Muséum d'Histoire naturelle viennent de s'enrichir d'un magnifique exemplaire, parfaitement adulte,

d'une espèce ornithologique que tous les établissements scientifiques de l'Europe avaient inscrite parmi leurs *desiderata*, et qui, depuis une vingtaine d'années, excitait la curiosité des naturalistes. Cette espèce, en effet, n'était connue que par quelques pennes caudales, dont on ignorait même la provenance et qui figuraient dans les galeries du Jardin des Plantes sous le nom d'*Argus ocellatus*. Ce nom lui avait été donné par J. Verreaux, qui était alors aide-naturaliste au Muséum. Il fut inscrit par le prince Ch.-L. Bonaparte dans ses *Tableaux parallèliques de l'ordre des Gallinacés*, à la suite du nom de l'Argus ordinaire de Malacca (*Argus giganteus*) et, quelques années plus tard, il fut reproduit par M. Ph.-L. Slater dans son *Catalogue des Phasianidés* et par M. G.-R. Gray dans sa *liste des Gallinacés*. Mais c'est seulement en 1871 et 1872 que M. D.-G. Elliot, dans le recueil anglais intitulé *Annals and Magazine of natural history* et dans une splendide *Monographie des Phasianidés*, signala les particularités que présentaient les plumes conservées au Musée de Paris et en publia une figure de grandeur naturelle.

La découverte d'un individu dont l'état de conservation ne laisse rien à désirer vient aujourd'hui démontrer l'exactitude des suppositions de J. Verreaux, de Ch.-L. Bonaparte et d'Elliot. L'oiseau, dont la queue porte des plumes absolument identiques à celles que possédait le Muséum d'Histoire naturelle, n'est ni un Paon, comme on l'a prétendu, ni un Argus ordinaire de Malacca, ni un Argus de la race qu'Elliot nomme *Argus Grayi* et qui habite l'île de Bornéo, mais le type d'un genre nouveau de la famille des Phasianidés. Ce Gallinacé, en effet, que M. Maingonnat a cédé au Muséum d'Histoire naturelle, n'a pas, comme l'Argus ordinaire et l'Argus de Bornéo, les pennes secondaires démesurément allongées, de manière à figurer une sorte d'aile supplémentaire ; sa queue n'est point formée de rectrices normales du milieu desquelles surgissent deux très longues pennes, un peu courbées sur elles-mêmes et disposées *en toit;* elle se compose de douze pennes larges, planes, régulièrement étagées et ornées de taches oculiformes disposées le long de la tige; sa tête n'est pas dénudée, mais emplumée et garnie en arrière d'une crinière touffue de plumes piliformes; enfin son système de coloration et la proportion des diverses parties de son corps ne sont pas les mêmes que chez l'Argus ordinaire et l'Argus de Bornéo.

Il y a donc lieu d'inscrire l'oiseau sous le nom de *Rheinardius ocellatus*, dans la famille des Phasianidés, à la suite du genre *Argus* (ou mieux *Argusianus*), qu'il relie en quelque sorte aux Faisans proprement dits. Ce nom spécifique d'*ocellatus* lui appartient depuis 1871 et doit être substitué à celui de *Rheinardi*. M. Maingonnat l'avait proposé, en signalant, le 12 juin 1882, à la

Société zoologique de France, l'arrivée du spécimen en question; du reste il a été abandonné par son auteur même qui, dans une brève Notice insérée dans la *Science pour tous* (numéro du 8 juillet 1882), a parlé du même exemplaire sous le nom de *Rheinardia ocellata*.

L'oiseau mesure plus de 2^m de long, et sur cette longueur les trois quarts environ sont pris par la queue. La tête, relativement petite, paraît plus grosse qu'elle ne l'est en réalité, grâce au développement que prennent, sur l'occiput, des plumes piliformes, serrées les unes contre les autres et susceptibles de se relever en formant un cimier haut de 0^m,05 à 0^m,06. Ces plumes sont brunes et blanches. D'autres plumes duveteuses, d'un brun soyeux et d'un gris argenté, couvrent le dessus et les côtés de la tête et dessinent des sourcils argentés et une tache auriculaire brune; enfin de nouvelles plumes piliformes, d'un brun roux, constituent une cravate sur le devant du cou. Le corps est en dessus d'un ton noirâtre, en dessous d'un brun rougeâtre foncé et tout parsemé de petites taches blanches ou café au lait.

Des taches analogues se retrouvent sur les ailes et sur la queue; mais, sur les pennes secondaires, elles s'allongent en forme de larmes; sur les rémiges elles dessinent, en s'associant, des hexagones assez réguliers; sur les couvertures supérieures de la queue et sur les rectrices elles sont accompagnées de nombreuses taches ferrugineuses ou plutôt couleur de rouille, dont les unes sont irrégulièrement disséminées sur toute la surface des barbes, tandis que les autres, marquées au centre d'une tache noirâtre, sont disposées en séries le long de la tige et ressemblent à des *ocelles*. Cette similitude de dessins entre les rectrices et les sus-caudales rend la distinction entre ces deux catégories de plumes moins tranchée que chez beaucoup d'autres Gallinacés, d'autant plus que deux rectrices médianes s'allongent considérablement, en divergeant quelque peu, et prennent tout à fait l'aspect de pennes caudales.

Les vraies rectrices sont au nombre de douze; elles sont absolument planes, toutes étalées horizontalement et vont en augmentant de longueur de l'extérieur jusqu'au milieu. Assez larges dès leur naissance, elles augmentent encore de diamètre vers le milieu, au point d'atteindre 0^m,13, et se rétrécissent ensuite pour se terminer en pointe aiguë. Par leur réunion elles constituent une queue d'une longueur et d'une ampleur extraordinaires, que l'oiseau doit tenir légèrement relevée, de manière à lui faire décrire une courbe gracieuse, la pointe entraînée par le poids retombant sur le sol.

Le bec, dont la mandibule supérieure est moins voûtée que chez les Faisans, ressemble tout à fait à celui des Argus; il

est un peu renflé à la base, au-dessus des narines, qui sont en ovale allongé. Il est, chez l'oiseau que j'ai sous les yeux, d'un rose carminé, de même que les pattes. Celles-ci sont relativement assez élevées et complètement dépourvues d'éperons. Elles se terminent en avant par trois doigts assez grêles, reliés à la base par de petites membranes et armés d'ongles médiocres, d'un brun rougeâtre, et en arrière par un pouce inséré à un niveau suffisamment élevé pour que, dans la marche, il arrive à peine à toucher la terre. Les tarses sont garnis, sur la face antérieure, de larges plaques qui se continuent sur les doigts par des scutelles, par des plaques plus petites.

Telle est la description sommaire de ce magnifique Gallinacé dont je ne connais pas le sexe, mais qui, très probablement, est un mâle adulte. Pour la provenance je n'ai pas non plus d'indications très précises; je sais seulement que l'oiseau, capturé dans une partie du Tonkin encore inexplorée par les Européens, a été apporté par des indigènes à M. Rheinard, qui l'a expédié en France sur un navire parti du port de Hué.

Antiseptique Pennès.

Le *Journal d'Hygiène*, dirigé par le Dr Pietra-Santa, appelle l'attention du monde médical sur l'utilité du *vinaigre de Pennès* pour la conservation des pièces zoologiques et dans le traitement de diverses affections attribuées à la présence de microbes. Cette préparation pharmaceutique, à base d'acide salicylique, a été expérimentée sur une grande échelle par M. le Dr Labadie-Lagrave, médecin des hôpitaux de Paris, et ce praticien la considère comme étant un agent des plus utiles dans le traitement de la variole et d'autres maladies analogues. Voici en quels termes M. Labadie-Lagrave s'exprime à ce sujet :

« 1° Employé sous forme de pulvérisation à l'aide de l'appareil de Lister et suivant le même procédé que pour les vaporisations phéniquées, le vinaigre de Pennès, étendu de cinq fois son poids d'eau, nous a servi comme moyen de désinfection dans nos salles de varioleux;

» 2° Le jet de vapeur antiseptique, dirigé sur la face et sur les téguments, facilite singulièrement le détachement des croûtes que laissent après elles les pustules varioliques et masque l'odeur parfois si repoussante qu'exale le corps des malades. C'est surtout dans les phases consécutives de la variole, et principalement dans celles de la dessiccation, que cette pulvérisation rend les plus grands services. A l'action produite par tout jet de vapeur sur les croûtes, se joint, en effet, l'action qui s'exerce sur les surfaces sous-jacentes dont

la cicatrisation est manifestement hâtée. Les malades aiment cette pulvérisation et la réclament. L'odeur du vinaigre antiseptique de Pennès est agréable et fine.

» Ces pulvérisations, commencées de bonne heure, dès le dixième ou le douzième jour d'une variole cohérente, et surtout dirigées sur le visage des varioleux, sont répétées quatre ou cinq fois dans la journée; elles détournent les malades du grattage en calmant les démangeaisons, *et effacent, en favorisant la cicatrisation, les hideux stigmates* (marques gravées) *que la maladie laisse si souvent après elle.*

» Ces vapeurs antizymotiques ont encore le mérite d'empêcher, quand elles sont souvent renouvelées, le développement de ces saillies verruqueuses, véritables condylomes postvarioliques, si fréquents à la face et si lents à disparaître.

» 3° Il arrive souvent que les varioleux sont amenés à l'hôpital en voiture de place; ce véhicule devient, de ce fait, l'agent le plus sûr de la contagion. N'y a-t-il pas là une application immédiate de la pulvérisation prophylactique?

» Nous avons coutume de faire placer le pulvérisateur chargé de vinaigre antiseptique dans l'intérieur du véhicule contaminé et de diriger le jet de vapeur sur les coussins, *afin de neutraliser et de détruire les germes contagieux.*

» 4° Le vinaigre de Pennès nous a également rendu de signalés services en lotions et en bains, pour déterger les surfaces ulcérées qui succèdent à l'ouverture des abcès si fréquents dans le décours de la variole.

» En résumé, ce nouvel agent nous paraît réaliser un véritable progrès dans le traitement de la prophylaxie des maladies contagieuses, parasitaires ou zymotiques, et nous sommes heureux de pouvoir consigner ici les principales indications de son emploi et les bienfaits que l'on en peut attendre. »

Note sur le développement des observations à la mer par les navires de commerce.

Le service des observations à la mer, réorganisé en 1879 par le Bureau météorologique, a pris depuis cette époque un grand développement.

Les navires des grandes compagnies de navigation à vapeur, de nombreux voiliers, enfin quelques pêcheurs à la morue tiennent régulièrement des registres d'observations comprenant deux ou trois observations simultanées par jour.

Les premiers journaux ont été envoyés au Bureau central météorologique au milieu de l'année 1879; ils étaient tenus sur les paquebots transatlantiques.

Pour se mettre en rapport direct avec les capitaines, le Bureau central a décidé la création, dans les ports, de bureaux

maritimes spéciaux chargés de distribuer et de recueillir les journaux météorologiques, de comparer les instruments qui doivent servir aux observations et de prêter, s'il y a lieu, des instruments aux capitaines.

Le Bureau maritime du Havre, organisé d'abord, nous a assuré la collaboration des navires des compagnies transatlantiques, des Chargeurs réunis Mallet, Grosos, puis des maisons Honoré, Auger, Bostère, Oriot, Postel et fils, etc.

Le Bureau de Marseille, créé peu de temps après, a concentré ses efforts sur les nombreux navires transatlantiques, messageries maritimes, Cie Valéry, Cie Fraissinet.

L'année suivante, un service analogue a été établi à Saint-Nazaire, pour nous mettre en relation avec les transatlantiques et les divers armateurs de Nantes et de Saint-Nazaire.

Il en a été de même à Bordeaux, dont le port présente un intérêt spécial, à cause des navires qui se rendent surtout dans l'Amérique centrale, aux Antilles et dans l'Amérique du Sud.

Ajoutons que plusieurs voiliers de Dunkerque font parvenir au Bureau central des observations régulières recueillies dans les parages de l'Islande.

Les capitaines des diverses régions maritimes ont compris combien leur concours pouvait être précieux pour les études météorologiques, et le nombre des officiers qui participent aux observations régulières va en augmentant chaque année, comme on peut en juger par les chiffres suivants. En 1879, le Bureau méteorologique avait reçu 19 journaux de bord; il en est revenu 284 en 1880 et 409 en 1881. L'Association scientifique, voulant continuer les encouragements qu'elle a donnés depuis son origine au développement du service météorologique, décerne chaque année des médailles aux capitaines qui ont tenu leurs livres de bord avec le plus de soin : quatre médailles ont été distribuées en 1880 (*voir* le *Bulletin* du 16 mai et du 11 juillet 1880), douze en 1881 (*voir* le *Bulletin* du 8 mai), douze en 1882.

Ces observations sont d'ailleurs d'un grand intérêt et les navires de presque toutes les nations en recueillent de semblables. C'est le seul moyen qui soit à notre portée pour étendre et préciser ce que l'on connaît déjà sur la météorologie des mers, sur les lois qui régissent la marche des tempêtes, et sur toutes les questions de Météorologie générale.

Nous devons déjà la connaissance des grands traits de la circulation de l'atmosphère aux observations nautiques : c'est encore à elles qu'il appartiendra de définir assez exactement les phénomènes journaliers sur l'Océan, pour que la prévision du temps dans l'ouest de l'Europe s'appuie sur des bases plus certaines et puisse embrasser une période de temps plus étendue.

AVIS.

Par suite d'un accident grave dont les membres de l'Association ont pu être informés par les journaux quotidiens, la publication de ce numéro du Bulletin a été forcément retardée. M. Cottin, qui en dirige l'impression, faisait, le 14 juillet, dans l'intérêt d'une expérience de Physique, une ascension aérostatique dont le résultat a failli lui être fatal. Le Ballon dont M. Perron et M. Cottin se servaient s'est déchiré lorsqu'il était à une hauteur de 650^{m}, et ces deux voyageurs, précipités à terre, n'ont échappé à la mort que d'une manière inespérée. Les fragments de leur ballon ont fait parachute, et, au moment de frapper le sol, le filet s'est heureusement accroché aux angles d'un toit d'une maison située à Saint-Ouen, et la nacelle, après un choc très violent, est restée suspendue dans une cour de 10^{mq} au plus. M. Perron et M. Cottin ont pu en descendre et n'ont éprouvé que des contusions qui n'auront pas de suites graves. Dès aujourd'hui M. Cottin a pu reprendre son service au bureau de l'Association, mais l'impression du Bulletin a dû nécessairement subir un retard considérable.

M. E.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

23 JUILLET 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 121.

RAPPORT SUR LE SUCRAGE DES VINS AVEC RÉDUCTION DE DROITS, présenté à la Société nationale d'Agriculture dans la séance du 17 mai 1882; par M. **J.-B. Dumas**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

La Société d'Agriculture s'est occupée, il y a peu de jours, de la question du vinage des vins, et, donnant son approbation au Rapport de notre collègue, M. de Luçay, elle en a adopté les conclusions.

En remerciant la Société, à l'occasion de l'envoi de ce travail, M. le Ministre des Finances, qui le trouve plein de faits et de documents, et qui considère l'adoption de ses conclusions par la Société comme étant de nature à influer sur les décisions du Parlement, lui demande maintenant son avis sur la question du sucrage des vins, dans les conditions énoncées au projet de loi émané de l'initiative parlementaire.

Déjà, en 1879, on avait proposé à la Chambre des députés de réduire à 10^{fr} par 100^{kg} le droit des sucres employés au vinage des vins à la cuve avant ou pendant la fermentation.

Le projet actuel ajoute à cette première disposition la condition suivante : ces sucres seront préalablement dénaturés, soit dans les fabriques, soit dans les entrepôts. Il laisse à un règlement d'administration publique le soin de déterminer les conditions de cette dénaturation.

Les auteurs de la proposition font remarquer que, les conditions d'infériorité faites à la viticulture française par les conventions conclues avec l'Espagne et l'Italie ayant déterminé le Gouvernement à proposer de réduire à 25^{fr} par hectolitre, en principal et décimes, le droit sur l'alcool pur versé sur les vins, il est naturel, dans l'intérêt des départements vinicoles, d'étendre cette faveur au sucrage, qui constitue une des formes du vinage.

Ils font remarquer encore que le fisc ne perdrait rien à l'adoption de cette mesure, le sucre affecté au vinage ne se confondant pas avec celui qui passe dans la consommation usuelle, dont la marche ascensionnelle ne serait pas troublée.

Ils ajoutent que le sucrage constitue un procédé connu, apprécié des viticulteurs, entrant déjà dans les manipulations de nos vendanges pour 2 millions d'hectolitres de vin; qu'en lui fournissant des moyens d'étendre ses applications, on viendra en aide à des pays gravement atteints dans leurs forces productives par le phylloxera; enfin, qu'en augmentant dans une large proportion la consommation du sucre pour cet objet, on sera tout à la fois utile aux départements méridionaux, producteurs de vin, aux départements du nord et même du centre, producteurs de sucre, et aux consommateurs de vin dans l'ensemble du pays.

La Commission chargée d'examiner ce projet de loi s'est livrée à une discussion très attentive des principes scientifiques, culturaux ou économiques qui s'y trouvent engagés, et elle vient vous rendre compte du résultat de ses délibérations.

Comparaison du sucrage et du vinage. — Lorsqu'on admettait que la fermentation du sucre avait pour résultat de le convertir en alcool et en acide carbonique seulement, le vinage pouvait paraître l'opération la plus appropriée à l'amélioration du titre des vins, d'autant plus qu'en augmentant leur richesse en alcool on diminuait leur acidité, par la précipitation de la crème de tartre en excès. Depuis que les recherches d'un grand nombre de chimistes, et spécialement celles de M. Isidore Pierre, ont fait connaître les composés éthérés toxiques, variables avec les circonstances : alcool amylique, éther acétique, aldéhyde, qui se manifestent au cours des fermentations alcooliques; depuis que M. Pasteur a reconnu, parmi les produits de la fermentation du sucre, la présence de deux substances exerçant une action très appréciable sur la saveur du vin, l'acide succinique et la glycérine, on n'est plus autorisé à envisager l'addition de l'alcool pur au vin comme ayant les mêmes effets qu'une production d'alcool correspondante, obtenue par la fermentation du moût. Le vinage peut bien être considéré comme une pratique devenue nécessaire, mais le sucrage mérite, dans les limites où il serait sage de le maintenir, le titre de pratique bienfaisante.

En effet, qu'une année froide ait laissé la vendange pauvre en matière sucrée, tout en lui fournissant les autres matériaux servant de base à la composition du vin, qui ne comprend l'utilité de l'intervention du sucre pour rétablir la composition normale d'un moût de qualité moyenne? De même, n'est-il pas évident que, par une addition d'eau sur les marcs, on peut

déterminer une nouvelle fermentation, capable de mettre à profit des sels, des matières tannantes, extractives ou colorantes, que ceux-ci contiennent encore, et qui fourniront, à l'aide des produits de la fermentation du sucre, un vin acceptable dans la consommation courante ?

A côté de l'usage légitime, sans doute il y a l'abus. Séduit par la présence d'une quantité de matière colorante capable de donner à une troisième cuvée les apparences du vin, on a conseillé d'y avoir recours, et quelques vignerons semblent avoir mis cet avis en pratique; mais il sera toujours facile de prévenir l'abus du procédé et de soumettre le commerce des vins à une surveillance capable de préserver le consommateur de l'intervention de ces piquettes, n'ayant plus du vin que l'alcool et la couleur.

Le sucrage légitime, tel que nous l'avons défini, constitue une opération honnête, avouable et praticable au grand jour; le sucrage exagéré ne serait plus qu'une fraude tombant sous le coup de l'article 423 du Code pénal, relatif à la tromperie sur la nature de la marchandise vendue.

Sans doute, il existe entre les vins naturels de crus différents, d'années diverses et de cépages variés, des modifications larges de composition, et l'analyse chimique pourrait laisser parfois les experts et les tribunaux incertains; mais il arriverait souvent aussi que les excès du sucrage ou ceux du vinage, car les mêmes abus peuvent s'y produire, motiveraient des condamnations et la destruction des liquides suspectés. Quelques exemples suffiraient pour rendre les fraudeurs moins hardis et pour éclairer les propriétaires de bonne foi.

Quelle espèce de sucre convient-il d'employer au sucrage ? — Assurément, quand on sait que tous les raisins contiennent du sucre de raisin et non du sucre de canne, l'idée qui se présente naturellement à l'esprit, c'est que, pour sucrer les vins trop pauvres en sucre, il faut les enrichir en sucre de raisin. Aussi, n'y a-t-il pas lieu de s'étonner qu'un des plus habiles manufacturiers de notre pays, Mollerat, voulant assurer jadis l'application étendue du sucrage des vins proposé par Chaptal, ait eu la pensée de l'effectuer au moyen du sucre de fécule. Il avait, à cette intention, monté sur une grande échelle la fabrication de ce sucre, et il l'obtenait dans un état de pureté qui paraissait à tous les chimistes véritablement parfait et très remarquable. Mais combien il faut être réservé et prudent lorsqu'il s'agit de produits organiques alimentaires, destinés à être conservés et à subir les actions lentes du temps ! Les vins sucrés par le sucre de fécule ou les glucoses ont amené des mécomptes fâcheux. Peu à peu, la finesse de leur saveur s'est perdue; une amertume appréciable s'est manifestée, et le commerce a

frappé les vins glucosés d'une dépréciation dont cette pratique ne s'est pas relevée.

Pour rester dans le vrai, il est juste de dire ici que la question n'a peut-être pas attiré suffisamment l'attention du commerce ou celle des chimistes.

En effet, le sucre de raisin, nécessaire pour renforcer les moûts faibles, pourrait être obtenu par la voie du commerce, si, dans les pays où la vigne abonde encore et où la fabrication du vin n'est pas l'objet de transactions actives, on se contentait de concentrer les moûts et d'en fabriquer des moscouades, qui apporteraient à nos vins faibles tous les éléments dont ils manquent : sucre, tartre, sels, matières extractives, etc.

N'est-ce pas ce genre d'importation, du reste, qui, sous la forme particulière de raisins secs, s'effectue aujourd'hui sur une échelle relativement considérable, 60 millions de kilogrammes par an, comme l'indique le tableau suivant :

Raisins secs importés en kilogrammes.

	Années		
Pays.	1881.	1880.	1879.
Angleterre.......	2 817 479	7 719 190	5 491 050
Espagne.........	4 539 066	4 247 156	5 210 323
Turquie.........	37 322 870	34 220 210	21 389 890
Autres pays......	23 265 576	32 103 414	17 917 532
	67 934 991	78 289 970	50 008 795

Personne n'admettrait, d'un autre côté, qu'il fût au-dessus des forces de la Chimie actuelle d'obtenir un sucre de fécule débarrassé des impuretés capables d'altérer le goût des vins et de leur communiquer l'amertume signalée par tous les vignerons qui ont fait usage des glucoses commerciaux. Mais, tout en considérant ce problème comme abordable et soluble, nous ne pouvons conseiller à personne de s'appliquer à sa poursuite. Les prix de revient du glucose et du sucre de canne sont trop rapprochés, quand on ne tient pas compte des droits, pour qu'on puisse espérer que la fabrication d'un glucose pur puisse lutter avec celle du sucre de canne dans leur application du sucrage des vins.

Il faut donc en revenir au procédé conseillé par Chaptal. L'emploi du sucre de canne a d'ailleurs fait ses preuves. Il est déjà mis en usage sur une échelle étendue, et si son intervention pour l'amélioration de nos vins n'est pas plus considérable, c'est que les droits dont le sucre de canne est chargé viennent diminuer dans une large mesure les avantages résultant de son emploi.

C'est donc par des motifs sérieux, conformes aux doctrines les plus saines de la science et confirmés par une pratique irréfutable, que la viticulture réclame l'usage à prix réduit du sucre de canne ou de betterave, de ce sucre cristallisé qui, en ajoutant au vin l'alcool, la glycérine, l'acide succinique et quelques produits éthérés agréables de la fermentation, n'y fait rien intervenir qui puisse en altérer l'usage salubre, le bouquet ou la saveur.

Comment réduire le prix du sucre cristallisé? — Les auteurs du projet de loi relatif au sucrage des vins n'ont pas hésité à proposer la dénaturation du sucre cristallisé, comme moyen d'en assurer l'usage à prix réduit, en faveur des vignerons. Le sucre ainsi dénaturé, ne pouvant plus rentrer dans la consommation usuelle, serait livré à la viticulture en payant un droit fixe et unique de 10^{fr} par 100^{kg}.

On a élevé diverses objections au sujet de cette dénaturation du sucre.

L'administration des finances considère comme plus difficile de suivre le sucre jusque chez les producteurs de vin que lorsqu'il s'agit de l'alcool. L'emploi du sucre dénaturé et converti en sucre incristallisable pour le sucrage lui paraît d'ailleurs conduire à l'emploi direct ou détourné du glucose.

Il est certain que, dans une question aussi délicate, il ne suffit pas de dire que le sucre de canne introduit dans les moûts et y rencontrant des ferments et des acides y éprouve bientôt l'interversion qu'il doit toujours subir d'ailleurs avant de fermenter. Cela ne suffit pas pour démontrer que ces réactions, se passant dans le moût même, pourront être remplacées par des opérations analogues effectuées préalablement sur le sucre destiné au sucrage.

Nous savons, par une expérience répétée et par des résultats authentiques, que les moûts soumis au sucrage donnent des vins tout à fait comparables aux vins naturels. Nous ne savons pas ce qu'il en serait si l'on opérait le sucrage avec des sucres dénaturés, c'est-à-dire intervertis. Dire dans la loi qu'on autorise le sucrage avec des sucres dénaturés et qu'un règlement d'administration publique déterminera le mode de dénaturation à mettre en usage, c'est poser à l'administration un problème qu'il n'appartient à personne de résoudre sans y mettre le temps. Nous savons ce que deviennent les vins sucrés au glucose après deux ou trois années de garde : leur qualité s'altère peu à peu. Nous savons ce que deviennent les vins sucrés au sucre de canne après le même laps de temps : leur qualité s'améliore, quand on n'a pas abusé du procédé pour faire des vins fraudés. Nous ne savons pas ce que produirait le sucre dénaturé introduit dans les moûts. Quel chimiste voudrait garantir que le temps n'amènera pas des effets

imprévus de l'emploi de ce sucre et de celui des agents employés à la dénaturation!

Avant d'accepter la responsabilité d'un avis sur un moyen quelconque de dénaturation, toute commission compétente réclamera probablement la faculté de faire des expériences et de les prolonger pendant trois ans avant de se prononcer. Les avantages qu'on se promet du procédé se trouveront donc bien compromis. Et cependant, comment faire disparaître des doutes qu'aucune expérience qu'on puisse citer ne permet d'écarter? En effet, les vignerons qui ont procédé au sucrage n'ont employé jusqu'ici que du glucose ou du sucre de canne; dans le premier cas, ils s'en sont mal trouvés; dans le second, ils se sont servis du sucre de canne dans sa forme commerciale et nul ne s'est avisé (à quoi bon, en effet?) de lui faire éprouver la dénaturation avant de s'en servir.

Nous n'avons donc absolument aucune donnée pratique sur les résultats que l'emploi du sucre dénaturé, introduit dans les moûts, produirait sur les vins après deux ou trois ans de tonneau ou de bouteille.

Ce que les auteurs du projet de loi cherchent, d'ailleurs, c'est l'amélioration du sort des petits propriétaires de vignes du Midi, que la détresse causée par l'invasion du phylloxera frappe à la fois dans leurs intérêts, comme producteurs de vins pour la vente et comme consommateurs. Quand on sait quelle place considérable et saine la consommation du vin occupait jadis dans l'hygiène de la population ouvrière du Midi, on est frappé de l'affaiblissement qu'elle éprouve dans ses moyens de subsistance, par l'impossibilité où elle est aujourd'hui de continuer l'usage du vin. Mais, nous le craignons, le but des auteurs du projet ne serait pas atteint. Sans doute, un procédé convenable de dénaturation étant donné, les grands propriétaires qui voudraient s'en servir trouveraient le moyen de remplir les formalités nécessaires et de s'assurer, à l'heure dite, le concours des agents du fisc. Pour les petits propriétaires, disséminés sur toute la surface d'une contrée vinicole, ceux au profit desquels il y aurait lieu surtout d'organiser le sucrage, comme moyen de leur fournir, après la première cuvée destinée à la vente, une deuxième ou même une troisième cuvée de consommation, ceux-là seraient bien empêchés de bénéficier de la faveur qui leur serait offerte.

Il n'en est pas, en effet, du sucrage comme du vinage : ce dernier, s'effectuant sur le vin fait, permet au propriétaire et à l'administration de choisir leur moment; le sucrage ne peut être opéré que dans la cuve à fermentation et pendant le peu de jours consacrés à celle-ci. Toutes les cuves d'une contrée fermentant à la fois, les agents du fisc seraient dans l'impuissance d'exercer chez tous les petits propriétaires

épars, s'il s'agissait de suivre le sucre jusqu'à la cuve. On serait donc obligé de livrer à ces propriétaires un sucre dénaturé par les soins de l'administration, ou bien de faire dénaturer par le propriétaire, sous les yeux des agents et au chef-lieu de la commune, les sucres destinés au sucrage. Mais, nous ne saurions trop le répéter, autant la responsabilité de l'administration est faible quand il s'agit de sucre versé en nature sous les yeux des agents dans la cuve en fermentation, autant elle serait difficile à supporter s'il s'agissait de sucres dénaturés d'avance, conservés plus ou moins longtemps, exposés à l'action de l'air et employés à bonifier les vins. Dans le premier cas, tout est sûr; dans le second, tout demeure incertain. Les grands propriétaires employant le sucre en nature n'auraient rien à redouter; les petits propriétaires, forcés de recourir aux sucres dénaturés, auraient seuls des risques à courir. Tel n'a pas été, certainement, le but poursuivi par les auteurs du projet de loi.

Baisse générale des droits sur les sucres. — On est amené, par les considérations qui précèdent, à se demander s'il ne serait pas plus avantageux, pour mettre le sucre de canne à la portée des vignerons, de procéder, au profit de tous les consommateurs, par un abaissement général du droit, au lieu de réclamer une réduction spéciale de ce droit en faveur du sucrage.

Pour être efficace, cette baisse, il est vrai, devrait être importante, et nous supposons qu'il serait nécessaire de ramener le droit à 25^{fr} nets par 100^{kg}.

Il n'est pas nécessaire d'insister pour faire comprendre que cette réduction serait avantageuse au consommateur, qu'elle profiterait aux producteurs des colonies, aux fabricants de sucre de betterave, à l'agriculture du nord et du centre de la France, aux constructeurs des machines et appareils nécessaires à la fabrication du sucre indigène ou colonial, et qu'elle deviendrait ainsi l'occasion d'un mouvement considérable d'impulsion pour l'esprit d'entreprise, d'excitation pour le travail national et de progrès pour le bien-être et même pour la santé des familles laborieuses. Le bénéfice spécial qu'en retireraient les vignerons serait donc accompagné d'autres et plus grands bénéfices, dont nous n'avons énuméré même qu'une partie.

Indépendamment de l'intérêt vinicole, examinons donc, à un point de vue général, si cette réduction large du droit qui pèse sur le sucre est nécessaire, si elle est possible.

La réduction du droit sur les sucres est possible. — Pour en apprécier la convenance, nous n'avons pas besoin de recourir à des raisonnements compliqués, d'invoquer les lois de la Physiologie et d'exposer les doctrines généralement acceptées,

sur le rôle des aliments de diverse nature entrant dans le régime habituel de l'homme. Non! Il suffit de comparer les divers peuples entre eux et de s'assurer si la consommation du sucre ne s'élève pas constamment à mesure que la civilisation fait des progrès, que l'aisance augmente, que les besoins de bien-être se répandent et que le prix du sucre s'abaisse.

Il n'en est pas du sucre comme du sel; la consommation de ce dernier est limitée. Dans les familles anglaises, on n'en consomme pas plus, bien qu'il soit exempt de droit, que dans les familles françaises. Le sel est un condiment dont l'estomac peut avoir besoin comme stimulant et dont il réclame impérieusement une certaine dose, mais dont il repousse avec dégoût des quantités trop élevées. Le sucre est un aliment; c'est un aliment dont personne ne peut se passer, et dont on peut doubler, tripler, quadrupler même la consommation constatée actuellement en France, sans dépasser la proportion acceptée en Angleterre ou en d'autres pays.

Le tableau suivant montre, en effet, que la consommation du sucre, par an et par tête, varie depuis 1^{kg} pour la Turquie jusqu'à près de 30^{kg} pour l'Angleterre, et peut s'élever à 50^{kg} en Australie et jusqu'à 60^{kg} dans l'intérieur des fabriques de sucre.

La France, avant l'abaissement du droit effectué en 1881, se trouvait placée au cinquième rang. On avait, en effet, l'Angleterre (29,3), la Suisse (9,9), la Suède (8,8), les Pays-Bas (8,4), la France (7,3); puis l'Allemagne, la Belgique et le Danemark (6,5); la Russie, l'Italie, l'Espagne, le Portugal et la Grèce (3,0); enfin, la Turquie (1). Aujourd'hui, la France est remontée au second rang (10,0).

N'oublions pas que la quantité de sucre suffisant, il y a moins de deux siècles, pour les besoins annuels de notre population, un million de kilogrammes répond à peine aux exigences d'un jour en ce moment.

Consommation moyenne du sucre dans les États de l'Europe.

États.	Tonnes.	Kilogrammes par tête.
Grande-Bretagne	900 000	29 350
France avant 1881	265 000	7 350
Allemagne	280 000	6 500
Russie	250 000	3 090
Autriche-Hongrie	200 000	5 550
Italie	90 000	3 250
Espagne	50 000	3 030
Pays-Bas	30 000	8 400
Suède	36 000	8 800

États.	Tonnes.	Kilogrammes par tête.
Norwège	10 000	5 550
Turquie	25 000	1 080
Belgique	35 000	6 500
Portugal	20 000	3 400
Danemark	12 000	6 150
Suisse	25 000	900
Grèce	5 000	1400
Total pour l'Europe	2 233 000	7 300
États-Unis	800 000	16 600

Depuis dix ans, cette consommation semblait stationnaire. Si elle progressait, elle le faisait avec une lenteur prouvant qu'au prix moyen réalisé le sucre avait atteint toutes les couches de population capables de le faire entrer dans leur hygiène et que pour en aborder de nouvelles, non moins dignes d'intérêt, il fallait procéder à un abaissement de droit d'une importance sensible. On en jugera par le tableau suivant :

Consommation du sucre en France.

Années.	Kilogrammes.
1871	287 978 000
1872	185 437 000
1873	251 976 000
1874	231 191 000
1875	258 247 000
1876	266 384 000
1877	260 407 000
1878	271 341 800
1879	276 320 900
1880	»
1881	374 000 000

Ce tableau prouve que la consommation, qui s'était arrêtée avant l'abaissement du droit, s'est élevée d'un saut de près de 100000000kg, en sus de son ancienne moyenne. C'est un indice de ce que produirait une nouvelle réduction; car une partie importante de la population souffre encore dans une certaine mesure par l'impossibilité où se trouvent les familles pauvres de prendre part à la consommation du sucre; d'un autre côté, les fabriques de sucre indigène ou colonial ne trouvent pas toujours dans notre pays le placement assuré de leurs produits et sont souvent gênées pour leur exportation dans les autres contrées, par des concurrences commerciales, des conditions douanières ou des mesures législatives très compliquées et dont il serait inutile de nous occuper ici.

Les tableaux suivants, desquels on a déduit les chiffres de la consommation du sucre en France, énoncés dans le tableau précédent, nous font voir que la fabrication du sucre indigène dépassait notre consommation et qu'elle n'aurait plus laissé place à l'intervention des sucres coloniaux ou étrangers, si l'industrie du raffinage, par sa puissance et son habileté, n'était parvenue à maintenir un grand courant d'exportation à nos sucres raffinés.

Années.	Sucres exotiques importés des colonies françaises.	Sucres exotiques importés de l'étranger.	Sucre indigène soumis aux droits.	A déduire : sucres raffinés exportés (quantités en sucre brut).
	kg	kg	kg	kg
1871..	77 646 000	79 689 000	228 988 000	98 335 000
1872..	75 387 000	90 675 000	198 352 000	178 977 000
1873..	80 985 000	95 208 000	270 071 000	194 288 000
1874..	80 833 000	78 041 000	304 342 000	232 025 000
1875..	92 552 000	111 997 000	323 035 000	269 337 000
1876..	86 863 000	92 420 000	321 132 900	234 228 000
1877..	84 476 000	102 858 000	271 368 000	198 295 000
1878..	89 603 900	78 011 900	319 778 600	216 052 000
1879..	87 921 100	69 815 000	307 661 300	189 076 700

Production du sucre indigène en kilogrammes.

Années.	Quantités de sucre fabriquées.	Quantités de sucre acquittées.	Droits perçus en millions de francs.
1871......	336 249 000	179 102 000	87
1872......	375 597 000	89 700 000	59
1873......	415 727 000	153 718 000	103
1874......	431 913 000	151 546 000	105
1875......	473 007 000	169 311 000	117
1876......	328 990 000	177 969 000	124
1877......	345 316 000	130 593 000	90
1878......	426 499 000	162 849 000	112
1879......	321 548 000	182 500 000	125
1880......	286 619 000	159 688 000	88

Il est à remarquer que, tandis qu'il était impossible à nos fabricants de sucre de betterave de placer en France la totalité de leurs produits, sous le bénéfice des dispositions des traités en vigueur, nous recevions 92 800 000kg de sucre de betterave étranger.

La consommation du sucre a été, pendant bien des années, fixée vers 100 millions de kilogrammes pour la France. N'est-il pas digne de remarque qu'elle ait pu, par le seul effet de l'abaissement du droit, s'élever en une seule année d'une quantité presque égale? Une nouvelle réduction, atteignant des couches plus profondes de la population et donnant satis-

faction à des besoins plus universels, serait suivie d'un accroissement plus rapide et plus considérable encore. La perte éprouvée par le fisc serait douteuse et limitée; les jouissances assurées aux consommateurs seraient comparativement bien supérieures.

Mais nous ne voulons envisager, pour le moment, que le côté fiscal de la mesure, et nous demeurons convaincu que l'augmentation de la consommation domestique du sucre, celle du café et du chocolat, celle du sucre pour le sucrage des vins, et l'essor donné à la confiserie et à l'emploi des aliments sucrés sous toutes les formes, dédommageraient bientôt le Trésor du sacrifice momentanément consenti par lui.

L'abaissement du droit des sucres est donc possible; il est facile de démontrer qu'il est nécessaire.

Nécessité de l'abaissement du droit des sucres. — Cette nécessité n'est que trop évidente. La vigne est exposée désormais à des malheurs tout autres et bien plus graves que ceux dont elle souffrait quand, protégée par des communications rares et lentes, elle avait seulement affaire à ses ennemis naturels : gelées, pluies ou sécheresses intempestives, insectes propres au pays. Aujourd'hui, des communications multipliées et accélérées lui ont apporté de loin : l'oïdium, le phylloxera, le mildew, et ces trois fléaux se sont abattus sur elle, en moins de trente années, portés par des voies rapides. Il faut fournir au vigneron des armes nouvelles pour cette situation nouvelle, sous peine de voir disparaître la récolte et l'usage du vin, et celle de l'alcool en prendre la place.

Tandis que la consommation du sucre restait stationnaire, comment n'être pas effrayé de la rapidité avec laquelle s'élevait la consommation de l'alcool! Prenons la ville de Paris comme exemple : tandis que la consommation du vin y restait à peu près fixe à 4 millions d'hectolitres, celle de l'alcool y passait, en dix années, de 60 000^{hlit} à 132 000^{hlit}! Elle avait donc plus que doublé, comme le prouve le tableau suivant :

Alcool pur, absinthe et liqueurs consommées à Paris, alcools dénaturés non compris.

Années.	Hectolitres.
1872	59 659
1873	90 160
1874	89 687
1875	103 600
1876	106 549
1877	107 492
1878	123 111
1879	125 112
1880	132 145

Quand on réfléchit à quelle somme de désordres cérébraux, de malheurs domestiques, de débauches, de délits et de crimes, d'infirmités incurables, de morts prématurées et de vices héréditaires correspond cet accroissement de la consommation de l'alcool, base des jouissances de cabaret, on n'en est que plus disposé à favoriser, par le bas prix du sucre, l'extension des boissons chaudes et celle des mets sucrés, base des jouissances de famille.

Il n'est pas contestable que l'abus des boissons alcooliques constitue l'un des plus grands dangers pour les nations modernes et que cet abus a pris des proportions redoutables depuis le commencement du siècle. Il y a soixante ans, ce mal était inconnu dans la plus grande partie de la France; aujourd'hui, il est peu de départements qui aient échappé à son invasion. Le prix élevé du vin contribue malheureusement à l'extension du fléau. Dans les départements méridionaux, par exemple, le vin était autrefois consommé de préférence à toute autre boisson alcoolique. Cette consommation se réduit tous les jours, et celle de l'alcool en prend la place. Voici les relevés faits pour les deux villes principales de l'Hérault et du Gard. Ils montrent que la consommation du vin s'y est réduite, en huit années, de plus du tiers, et encore n'avons-nous pas les chiffres correspondant aux trois dernières années.

Consommation en vins à Montpellier et à Nîmes, de 1871 à 1878 inclusivement.

Années.	Consommation totale. Montpellier.	Nîmes.
	hlit	hlit
1871	112 565	75 459
1872	112 565	82 991
1873	100 246	76 912
1874	76 658	69 034
1875	101 715	100 034
1876	94 231	96 201
1877	74 275	70 807
1878	70 941	63 395

La baisse générale du droit sur les sucres, permettant d'accroître la production du vin dans une proportion qu'on peut estimer raisonnablement au tiers ou à la moitié du produit de la récolte normale, en rendrait l'usage aux populations des pays de vignobles et viendrait compenser dans une certaine mesure les pertes dues à la présence du phylloxera. Ces pertes sont considérables.

En dix années nos récoltes se sont réduites de 60 millions d'hectolitres à 30 millions, et si l'énergie des vignerons, heu-

reusement réveillée par l'action persévérante de l'administration, n'était venue défendre les vignes encore sur pied et préparer la reconstitution des vignes disparues, le sinistre ne se serait pas arrêté à ces chiffres déjà cruellement éloquents, puisqu'ils représentent 300 ou 400 millions de perte annuelle et, pour la santé publique ou le bien-être des familles, un incalculable dommage.

Production du vin en France depuis 1870.

Années.	Hectolitres.
1870	54 535 000
1871	59 025 686
1872	54 920 181
1873	36 000 000
1874	69 937 266
1875	78 202 088
1876	44 306 172
1877	55 273 193
1878	50 636 968
1879	25 806 243
1880	29 677 000
1881	34 139 000

Cet affaiblissement des forces productives de notre pays explique la rapide augmentation de l'importation des vins que l'Espagne et l'Italie nous fournissent, et qui est passée, en trois ans, de 3 millions d'hectolitres à près de 8 millions.

Commerce du vin (Espagne et Italie).

Vins ordinaires.		1881.	1880.	1879.
En fûts ou en cercles.	Espagne	5 639 483	5 036 945	2 232 846
	Italie	1 552 299	1 502 377	522 336
	Autres pays	506 878	473 946	83 236
		7 697 660	7 093 268	2 838 418
En bouteilles		3 182	2 501	2 262
Vins de liqueurs.				
En fûts ou en cercles		13 448	123 885	106 447
En bouteilles		1 124	920	983
Total général		8 836 084	7 220 574	2 948 110

Tout indique, malgré cet accroissement rapide, que les importations des vins d'Espagne et d'Italie ne s'arrêteront pas à ces chiffres et que le courant commercial, né des circonstances fâcheuses où se trouvent nos départements les plus riches autrefois en vignes de grand rapport, ne cesserait pas, même au cas où leur ancienne prospérité reprendrait son

cours. Il est donc urgent de leur assurer des conditions favorables de lutte.

Mais les pays vinicoles ne seraient pas seuls à bénéficier de l'abaissement du droit des sucres. Toutes les parties de la France agricole en profiteraient. Nos fruits, dont la consommation en nature constitue déjà une ressource si précieuse pour l'alimentation publique, convertis en conserves, en marmelades, en confitures, en gelées, y prendraient une part plus large encore. On augmenterait ainsi les jouissances et le bien-être des familles. On généraliserait un commerce dont quelques départements se sont fait un privilège. On fournirait aux femmes une main-d'œuvre appropriée à leurs forces ou à leurs habitudes, en réalisant de très grands profits.

Il y aurait donc, dans une réduction du droit des sucres à 25^{fr}, l'avantage de donner satisfaction à la fois : aux vignerons, pour l'amélioration de leurs vins; aux agriculteurs en général, pour un emploi plus lucratif de leurs récoltes en fruits; aux producteurs de sucre colonial ou indigène, pour le placement de leurs récoltes; aux constructeurs de machines, pour le développement ou la création de nouveaux engins ou de nouvelles usines; à la population tout entière, et surtout à la classe la moins favorisée, appelée à aborder ou à prendre une plus large part à la consommation du sucre et à celle du vin.

La betterave, dont la racine pivotante va chercher sa nourriture dans les profondeurs du sol, dont le sarclage purifie les terres, qui les prépare à fournir d'abondantes récoltes en blé, tout en donnant les pulpes nécessaires à l'engrais du bétail et à la production de la viande, constitue un moyen si puissant de progrès cultural, qu'on peut considérer comme le procédé le plus sûr de venir en aide à l'agriculture française celui qui consisterait à élever à 600 ou 700 millions de kilogrammes notre consommation annuelle de sucre.

Le sucre n'est pas un objet de luxe que les délicats seuls aiment à voir figurer sur leur table : c'est un aliment dont la participation à notre nourriture est justifiée dans tous les pays, par les conditions dans lesquelles la nature nous a placés ou par les circonstances que la civilisation a fait naître. Quel est l'homme qui ne fasse entrer à dessein ou sans le savoir le sucre dans son alimentation? Le lait qu'il a sucé dans sa première enfance, les fruits sucrés dont il fait un si large usage, jusqu'au pain qui l'alimente pendant sa vie et qui se convertit si facilement en sucre dans les organes digestifs, tout dans son régime l'invite à considérer la matière sucrée comme une partie nécessaire de sa nourriture. Comment ne pas reconnaître que, de toutes les substances saccharines connues, c'est le sucre de canne qui est l'objet

de la préférence universelle, qui s'accommode le mieux aux satisfactions de notre palais et aux besoins de notre estomac? Il est beaucoup d'aliments dont on se lasse : le pain et le sucre de canne résistent seuls, pour ainsi dire, à l'épreuve d'un usage journalier.

De même qu'il est d'une bonne politique d'épargner au blé, à la farine et au pain toute redevance fiscale, de même, n'hésitons pas à le dire, toute redevance exagérée imposée au sucre de canne est un contre-sens économique, moral et social. S'il est vrai qu'à mesure que la richesse d'un pays s'élève la consommation du sucre augmente, il ne l'est pas moins que le droit prélevé sur les sucres doit s'abaisser et même disparaître avec les progrès de la civilisation.

L'Angleterre nous a montré le chemin. Après avoir abaissé successivement le droit des sucres, elle l'a supprimé, se conformant à la généreuse politique de la vie à bon marché, inaugurée par M. Peel. Lorsque, rompant avec d'anciennes traditions, il consacrait la libre introduction des matières alimentaires dans son pays, il en espérait un grand résultat, mais combien ses espérances ont été dépassées! L'ouvrier de Londres ne dépense pas plus, dépense même moins pour sa nourriture que l'ouvrier de Paris. En moins de vingt années, les populations exsangues et anémiques qu'une hygiène insuffisante avait produites ont fait place, en quelque sorte, à une race nouvelle au teint généreux et coloré.

De toutes les mesures provoquées par M. Peel, dans sa longue carrière, il n'en est aucune qui ait plus contribué à faire bénir sa mémoire, à la rendre chère aux familles laborieuses, à consolider la constitution et le trône au service desquels il avait voué sa noble vie.

Ce serait mal connaître les intérêts de l'agriculture française et les sentiments de l'éminent Ministre des Finances par qui nous sommes consultés, que de les supposer contraires ou même indifférents à la poursuite du but élevé offert à notre exemple et à nos méditations par l'illustre homme d'État anglais.

En conséquence des diverses considérations qu'on vient de résumer, la Commission est d'avis de répondre aux demandes formulées par M. le Ministre des Finances dans sa lettre du 31 mars 1882 :

1° Qu'il y a lieu de favoriser le sucrage des vins;

2° Que ce sucrage exige l'emploi du sucre cristallisé de la canne ou de la betterave;

3° Que la dénaturation de ce sucre présente des difficultés qui ne permettent pas de recourir à cette pratique, en l'état de l'expérience acquise;

4° Qu'une réduction du droit des sucres à 25^{fr} nets par 100^{kg}

permettrait au sucrage de prendre une grande extension, donnerait un nouvel élan à l'industrie sucrière et serait un grand bienfait pour la population tout entière, sans causer, dans ces limites, un dommage sensible au Trésor.

Les conclusions de ce rapport, mises aux voix, sont adoptées à l'unanimité par la Société.

Sur des débris de Mammouth trouvés dans l'enceinte de Paris; par M. A. Gaudry.

En faisant les fondations du nouvel Hôtel des Postes, rue Pagevin, on a trouvé quelques débris d'animaux quaternaires; M. Guadet, architecte de l'Hôtel des Postes, les a remis au Muséum d'Histoire naturelle. Ces débris proviennent d'un Cheval (*Equus caballus*), d'un jeune Cerf (*Cervus elaphus*) et du Mammouth (*Elephas primigenius*). Je mets sous les yeux de l'Académie une molaire qui, par ses lames très serrées, minces et couvertes d'une fine couche d'émail, présente le type le plus accentué de la dentition du Mammouth; pour faire ressortir sa différence avec celles de l'*Elephas antiquus*, je place à côté une molaire de cette espèce, que M. Chouquet vient de recueillir dans le diluvium de Chelles.

Du temps de Cuvier, on a rencontré des restes de Mammouth près de la Salpêtrière. On en a trouvé aussi dans les sablières de la rue du Chevaleret et à l'hospice Necker. MM. Martin et Reboux ont donné au Muséum des pièces de Mammouth qu'ils ont recueillies à Grenelle, associées avec des restes de Rhinocéros, d'Hippopotames et de Bœufs primitifs. M. Leprat nous a remis une dent de Mammouth découverte rue Lafayette. M. Lecomte, architecte, en faisant construire une maison rue Doudeauville, près du boulevard Ornano, a vu extraire des fouilles un os d'Éléphant, avec des dents du *Rhinoceros tichorhinus*, le compagnon habituel du Mammouth; il a également donné ces pièces au Muséum. Ainsi, non seulement dans la banlieue, mais dans l'enceinte même de Paris, les grands animaux quaternaires n'ont pas été rares.

On sait que Paris, à l'époque du Mammouth, avait déjà des habitants, puisqu'on y a trouvé des instruments humains dans les mêmes couches où l'on a recueilli des os de Mammouth.

Le Gérant, E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins. 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

30 JUILLET 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 122.

Aperçu historique sur le développement de l'Astronomie; par M. Faye.

Les pages suivantes doivent servir d'introduction au second volume du *Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique* et ont été publiées dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* de 1882 :

L'Astronomie des deux derniers siècles offre un modèle parfait de ce genre d'investigation qui consiste à interpréter les faits sans recourir à aucune hypothèse; tandis que, pour pénétrer dans l'étude de la Physique et de la Chimie, il faut accepter tout d'abord des suppositions, parfois contradictoires, sur la constitution de l'espace et sur celle des corps, sur l'éther ou sur les atomes. Autrefois l'étude des Sciences physiques ne venait qu'après celle des Mathématiques, de la Mécanique et de l'Astronomie. L'esprit, familiarisé de longue main avec une méthode rigoureuse, abordait sans inconvénient des sujets plus complexes. Aujourd'hui, on apprend tout en même temps, et l'on passe journellement d'une méthode à l'autre. Ce serait, ce me semble, pour l'enseignement, un inconvénient sérieux si ces méthodes étaient présentées, sans discernement, comme ayant même portée scientifique.

Il y a plus. L'Astronomie, grâce aux progrès des Sciences physiques qui ont si heureusement envahi son domaine, ne se borne plus à ses parties géométriques ou mécaniques : nous avons maintenant une Astronomie physique; nous avons vu naître une Chimie céleste; on soupçonne même une Géologie et une Météorologie cosmiques. Grâce à ces développements inespérés, notre science est ouverte maintenant à des travailleurs de toute provenance, habitués à des méthodes d'investigation un peu disparates, enclins à toutes sortes d'hypothèses. On comprendra donc que les anciens, tout en considérant les

nouveaux venus avec un grand espoir, cherchent à maintenir leurs propres traditions et à conserver à leur science son caractère véritable. C'est là ce que j'ai tâché de faire dans le court aperçu historique que l'on va lire.

Ce qui frappe le plus l'étudiant lorsqu'il aborde l'Astronomie solaire, c'est que la doctrine de la gravitation universelle, née en Angleterre il y a deux siècles, ait eu tant de peine à pénétrer sur le continent. Au lieu de l'accueillir à son apparition (en 1687) comme une des plus grandes conquêtes de l'esprit humain, les géomètres contemporains, Huygens, Leibnitz, les Bernoulli, l'ont considérée comme un pas rétrograde. Tous les astronomes, tous les corps enseignants l'ont formellement repoussée et lui ont préféré l'hypothèse des tourbillons. Or, si vous essayez aujourd'hui de lire les pages que Descartes a consacrées à sa théorie de la matière subtile (l'éther), le livre vous surprend étrangement et, malgré le respect dû à l'effort d'un si grand génie, vous ne pouvez vous empêcher de le trouver bien au-dessous de l'admiration qu'il a provoquée autrefois.

Après une opposition de près de cinquante ans, les préventions finirent par disparaître; la théorie de l'attraction prévalut en Astronomie et, en même temps que les géomètres du continent, Euler, Clairaut, d'Alembert, Lagrange et Laplace, achevaient glorieusement l'œuvre ébauchée par le maître, les physiciens se ralliaient tous à l'hypothèse de l'émission que Newton avait substituée, pour la lumière, à celle de Descartes. Le triomphe était si complet que l'on commençait à traiter le cartésianisme d'absurdité.

« S'il y avait encore quelqu'un d'assez stupide, disait dès 1759 l'auteur de la préface d'une traduction assez libre du livre de Newton, pour soutenir la matière subtile et la matière cannelée, pour dire que la Terre est un Soleil encroûté, que la Lune a été entraînée dans le tourbillon de la Terre, que la matière subtile fait la pesanteur, et toutes les autres opinions romanesques substituées à l'ignorance des anciens, on dirait: Cet homme est cartésien. »

Un siècle entier s'écoule sur ce triomphe; mais, par un bien singulier retour des choses d'ici-bas, aujourd'hui que les idées de Newton règnent plus que jamais en Astronomie, c'est la conception opposée de Descartes et de Huygens qui prévaut en Physique pour la lumière et la chaleur. Sans doute il n'est plus question des tourbillons, mais c'est désormais la matière subtile de Descartes qui revient produire par son agitation, on dit aujourd'hui ses ondulations, tous les phénomènes de la Physique.

Cet étonnant changement de front, le second dans la même

science, s'est opéré avec éclat dans la première partie de notre siècle. Les hommes d'un certain âge aujourd'hui se souviennent qu'ils étaient, dans leur jeunesse, tiraillés par les deux systèmes. Jusqu'alors les physiciens, convertis aux idées newtoniennes, avaient cru fermement que la lumière était due à l'émission de particules matérielles et que ces particules étaient sensibles à l'attraction des corps, du moins à petite distance. Avec cela on nous démontrait mathématiquement les lois de la réflexion et de la réfraction. Avec des hypothèses additionnelles, on y rattachait fort bien les quelques phénomènes alors connus de la double réfraction.

D'ailleurs Laplace avait démontré que l'éther, s'il existait, serait parfaitement incapable de propager des ondulations avec l'énorme vitesse de la lumière. Enfin les astronomes déclaraient qu'on ne trouvait pas, dans les mouvements célestes les plus délicats, la moindre trace de la résistance d'un milieu, d'un éther quelconque. Tout concourait donc alors à consolider une sorte d'unité, un peu factice il est vrai, dans les conceptions de la Science; on voyait les mêmes équations du mouvement servir en Mécanique pour les projectiles ou les planètes, en Physique, pour la lumière et la chaleur, et l'on conçoit à la rigueur que des savants distingués, tels que Biot et Poisson, suivant de près leurs maîtres en l'une et l'autre science, aient tenu fermement à cette unité et résisté toute leur vie à la révolution qui s'opérait, sous leurs yeux, par les travaux d'Young, d'Arago et surtout de Fresnel.

Mais la contradiction des faits avec la doctrine de l'émission devint par trop manifeste. C'est alors que l'hypothèse cartésienne, après un siècle d'oubli, reprit décidément le dessus. Son triomphe aujourd'hui semble définitif et il faut se résoudre à devenir cartésien en Physique, tout en restant newtonien en Astronomie. Singulière particularité de notre époque qui s'accentue tous les jours davantage; car, par l'apparition récente de la Thermodynamique et de l'Analyse spectrale, ces deux sciences, je parle de la Physique et de l'Astronomie, tendent de plus en plus à se pénétrer. Et ce n'est pas là une simple querelle de mots : c'est une question de méthode. Examinons-la donc rapidement, afin de n'avoir plus à y revenir.

Il faut, pour cela, reprendre les choses d'un peu plus haut, au point où l'on en était dans le cours du XVII[e] siècle. On venait enfin de se débarrasser de l'ancienne Philosophie. Celle-là expliquait tout d'une manière bien commode. Pas n'était besoin d'observations suivies, d'analyse délicate : on se tirait d'affaire avec les quatre éléments et les quatre qualités premières des corps, à savoir le chaud, le froid, le sec et l'humide. Voulait-on pénétrer plus avant dans les phénomènes,

on avait la ressource des qualités secondes plus ou moins cachées ou occultes, ou bien des espèces plus ou moins matérielles émanées des corps et volant dans l'espace, comme des chimères, à la rencontre des autres corps. Cette méthode, abusivement placée sous l'invocation du grand nom d'Aristote ([1]), s'était imposée pendant de longs siècles à l'esprit humain. Ceux même qui commençaient à s'en dégager y retombaient parfois sans s'en apercevoir, comme dans un péché d'habitude, ou par une inclination naturelle à l'esprit humain qui s'attaque tout d'abord aux causes et se croit en état de les deviner. C'est ainsi que Kepler, ayant appris en 1611 que le Soleil tourne sur lui-même en vingt-cinq jours, essaya d'expliquer le système solaire en supposant que des effluves, émanées de cet astre, communiquaient aux planètes sa propre rotation, affaiblie seulement en raison des distances. Galilée lui reprocha aussitôt de retomber ainsi dans les qualités occultes. Quoi qu'il en soit, après avoir eu peur bien longtemps de heurter ouvertement les puissants sectateurs d'Aristote, on finit par s'en moquer. Tout le monde connaît cette comédie célèbre où l'on posait à un candidat la question : Pourquoi l'opium fait-il dormir ? Et l'adepte de riposter, aux éclats de rire de la salle : Parce qu'il y a dans l'opium une vertu dormitive. Quelques années auparavant, la réponse aurait passé pour parfaitement correcte, au même titre que cette singulière question.

Eh bien ! ce que les contemporains de Newton lui reprochaient, c'était précisément d'expliquer la pesanteur par une vertu attractive s'exerçant sur tous les corps à toute distance et sans intermédiaire, c'était de faire revivre les qualités occultes de l'ancienne Philosophie. « J'estime fort, disait Huygens, les beaux travaux de M. Newton sur les mouvements des corps célestes et sur la force qui les régit, mais je regrette qu'il nous parle de cette vertu attractive à distance dont il prétend doter chaque particule de matière. » Il fallut que

---

([1]) Voici ce que dit Descartes dans son admirable *Discours de la Méthode :*

« Je m'assure que les plus passionnés de ceux qui suivent maintenant Aristote se croiraient heureux s'ils avaient autant de connaissances de la Nature qu'il en a eu, encore mesme que ce fust à condition qu'ils n'en auraient jamais davantage. Ils font comme le lierre, qui ne tend point à monter plus haut que les arbres qui le soutiennent et mesme souvent qui redescend après être parvenu jusques à leur faiste... Toutefois leur façon, de philosopher est fort commode pour ceux qui n'ont que des esprits fort médiocres : car l'obscurité des distinctions et des principes dont ils se servent est cause qu'ils peuvent parler de toutes choses aussy hardiment que s'ils les sçavaient, et soutenir tout ce qu'ils en disent contre les plus subtils et les plus habiles sans qu'on ait moyen de les convaincre. »

Newton protestât hautement contre cette imputation; il l'a fait à plusieurs reprises en des termes qu'on semble avoir un peu oubliés aujourd'hui.

« Dire que les corps sont doués d'une qualité spécifique et occulte, en vertu de laquelle ils agissent et produisent des effets, c'est ne rien dire du tout. Mais tirer de l'observation deux ou trois lois générales du mouvement, et après cela exposer de quelle manière les propriétés et actions des corps dérivent de ces principes manifestes, ce serait un grand pas de fait en Philosophie, bien que les causes premières de ces lois rest ssent cachées. C'est pourquoi je ne me fais aucun scrupule d'exposer les lois du mouvement, en laissant à d'autres le soin de s'enquérir des causes premières. » (*Optique* de Newton, p. 377.)

Il s'explique plus vertement encore dans sa correspondance :

« Que la gravité soit innée, inhérente et essentielle à la matière, de sorte qu'un corps puisse agir sur un autre corps à distance, à travers le vide et sans aucun intermédiaire qui transmette cette action ou cette force de l'un à l'autre, c'est pour moi une absurdité si grande qu'il me semble impossible qu'un homme capable de traiter des matières philosophiques puisse y tomber. »

Cependant Cotes, dans la remarquable préface qu'il a jointe à la troisième édition des *Principes*, a formellement maintenu l'idée rejetée par Newton :

« Mais à quoi bon m'arrêter plus longtemps ? Il faut que la pesanteur soit une des propriétés primitives de tous les corps, ou que l'on cesse de regarder comme telle leur étendue, leur immobilité, leur impénétrabilité. Je ne doute pas qu'on ne désapprouve cette conclusion et qu'on ne me reproche de ramener les qualités occultes; mais on ne doit pas appeler occultes des qualités dont l'existence est évidemment démontrée par l'expérience. »

Le jeune géomètre anglais part de là pour traiter les cartésiens avec le plus profond dédain.

Mais il faut croire que dans le livre des *Principes*, où le nom de Kepler n'est même pas prononcé, Newton n'aura pas marqué assez clairement, comme on l'a fait depuis, que sa doctrine reposait sur l'observation, c'est-à-dire en particulier sur les lois de Kepler qui la résument, car ses contemporains ont cru à tort que tout l'échafaudage reposait sur la supposition *a priori* d'une vertu attractive, essentielle à la matière. Ce qui les attachait au contraire au système cartésien, c'est que Descartes avait réussi à composer un monde semblable au

nôtre rien qu'avec de la matière inerte et du mouvement, sans recourir une seule fois aux artifices discrédités de l'ancienne scolastique. Ce système avait d'ailleurs l'avantage d'être homogène en toutes ses parties. Il s'appliquait à l'Astronomie et à la Physique. L'éther n'était lui-même que de la matière réduite à une excessive ténuité; ses mouvements d'ensemble entraînaient les planètes dans des orbes où Leibnitz a essayé de retrouver les lois de Kepler, et ses simples vibrations donnaient lieu aux phénomènes physiques de la lumière et de la chaleur. Cette hypothèse était évidemment supérieure à l'émission newtonienne, car, lorsque le phénomène capital de la double réfraction fut annoncé, Newton fut forcé d'imaginer de nouvelles qualités occultes, tandis que Huygens le rattacha immédiatement, par un trait de génie, à la forme elliptique que doivent prendre fort naturellement les ondes de cette matière subtile, quand elles traversent un milieu transparent dont la constitution cristalline n'est pas la même dans deux directions différentes.

Le vrai mot sur cette longue controverse, en ce qui concerne l'attraction, a été dit bien plus tard par Euler, l'un des plus illustres continuateurs de Newton. C'est que, dans les équations du mouvement, la cause première de l'attraction ne figure pas, mais seulement la loi suivant laquelle la force que ce mot représente varie avec la distance. Que cette force soit réelle ou apparente, qu'elle tienne à une attraction ou à une impulsion, peu importe au géomètre : l'analyse et ses résultats n'en sont nullement affectés. On résolut même, pour écarter tout scrupule, de sacrifier le mot d'*attraction :* on lui substitua celui de *gravitation*, qui rappelle seulement que la force céleste n'est autre qu'une extension de la pesanteur ou gravité terrestre,

Celle-ci, nous la connaissons bien, et personne ne s'inquiète de sa cause première ou de sa nature intime. Or, dire que la pesanteur n'est pas particulière à tel ou à tel point des corps, mais qu'elle s'exerce entre toutes leurs parties, que les moindres parcelles des corps gravitent les unes vers les autres tout comme ces corps eux-mêmes gravitent vers la Terre, tout comme les planètes gravitent vers le Soleil, et réciproquement, c'est émettre une grande vérité sous une forme irréprochable, parce qu'on la déduit, comme Newton l'a fait réellement, des lois de Kepler d'une part, d'autre part de son mémorable calcul sur la comparaison de la pesanteur terrestre avec la force qui retient la Lune dans son orbite. Nous allons montrer plus en détail que les hypothèses sur la nature intime de cette force n'y sont pour rien.

Prenons, en effet, le phénomène si simple en apparence et si familier, la pesanteur. On sait par expérience qu'une pierre

abandonnée à elle-même tombe par terre, et que, si on l'empêche de tomber, elle exerce un continuel effort sur l'obstacle. Quelle est la cause ?

La question est mal posée (il faudrait dire : quelle est la loi de cet effort ?), mais le péripatéticien l'acceptera et répondra que, de deux choses l'une, ou bien le sol attire continuellement à lui la pierre par des liens que nous ne voyons pas, ou bien la pierre est poussée continuellement vers le sol par le choc d'autres particules invisibles de matière qui se meuvent dans l'espace de haut en bas.

L'observation nous apprend que le poids d'un corps ne varie pas lorsqu'on le soupèse au-dessus ou au-dessous d'une table. Si l'on adopte la première explication, il faudra admettre aussi que les liens attractifs qui lient la pierre au sol passent à travers la table comme si elle n'existait pas. Si l'on adopte la seconde, il faut admettre que les corpuscules qui se meuvent de haut en bas vont frapper le corps à travers la table.

L'observation nous apprend que la pesanteur communique à la pierre, dans des temps égaux, une accélération constante, quelle que soit la vitesse déjà acquise dans sa chute. Si l'on s'en tient à la première théorie, les liens invisibles par lesquels s'exerce la traction doivent donc toujours conserver la même tension. Par la seconde, les corpuscules qui frappent le corps de haut en bas doivent donc avoir une vitesse incomparablement plus grande que toutes celles dont le corps sera animé.

L'observation nous apprend que la Terre est ronde et que les corps pèsent vers son centre. Rien de plus simple dans la théorie de l'attraction. Quant à l'autre, il suffit d'admettre que les corpuscules éthérés viennent de toutes les régions de l'espace vers le centre de la Terre.

L'observation nous apprend que la Terre n'est pas au centre du monde, et que des phénomènes identiques à ceux de la pesanteur terrestre se produisent sur les autres astres. On lèvera toute difficulté en dotant tous les astres des mêmes liens attractifs, ou bien en imaginant que les corpuscules éthérés se meuvent dans toutes les directions, que les corps placés dans l'espace se font mutuellement écran, et que les petits corps placés près d'une planète, ne recevant pas autant d'impulsions du côté de la planète que du côté opposé, la résultante est une impulsion dirigée vers l'astre.

L'observation et l'expérience nous apprennent que l'intensité de la pesanteur est proportionnelle à la masse et non à la surface des corps entre lesquels cette force s'exerce. On en rendra compte dans le premier mode en admettant que les organes de traction aboutissent à chaque atome de matière; dans le second, en imaginant que les corpuscules éthérés se

meuvent aisément dans les interstices des corps et ne sont arrêtés que par les atomes.

En voilà bien assez pour le but que je me propose. Le lecteur l'aura remarqué déjà, tout ce que nous savons du phénomène en question, nous le tenons de l'observation ou de l'expérience. Ayant reconnu ainsi les principaux caractères de la pesanteur, d'être indépendante du temps, des directions, des masses interposées, d'être proportionnelle aux masses et en raison inverse du carré des distances, etc., si nous appliquons à ces données la puissance déductive du raisonnement ou de l'analyse, qui n'est que le raisonnement appliqué aux questions de nombres ou de grandeurs, nous en voyons découler toute la Mécanique céleste, et nous voilà en état, par exemple, dès que les constantes auront été déterminées par l'observation, de prédire, plusieurs siècles à l'avance, les phénomènes des cieux avec une grande exactitude.

Par contre, les explications portant sur la cause première des phénomènes, qu'elles soient basées sur les liens invisibles par lesquels les atomes des corps agissent l'un sur l'autre à toute distance, ou par le choc d'une infinité de corpuscules traversant en tous sens l'espace et heurtant tous les atomes, n'auront servi à rien.

Si l'on veut cependant apprécier ces hypothèses en elles-mêmes, on trouve qu'elles tendent à substituer, à ce qui est inexplicable pour nous, quelque chose de plus inexplicable encore. Que peuvent être en effet ces liens invisibles qui unissent les molécules des corps et tendent toujours à se contracter, ou cette vertu attractive qui permet à une molécule quelconque d'agir à toute distance, dans le vide ou à travers toute matière, sur toutes les molécules de l'univers? Qu'est-ce que ces particules invisibles qui parcourent en tous sens l'espace, qui arrivent à tout instant, en chaque point, en nombre constant, et régulièrement dans toutes les directions, et pourquoi se meuvent-elles.

Prenons un autre exemple dont la solution est toute moderne. On a reconnu de toute antiquité qu'il existait, entre les astres que nous voyons briller au ciel et les corps terrestres, des différences radicales. Tandis que les lumières célestes brillent toujours du même éclat sans être alimentées, tandis que les astres se meuvent perpétuellement avec une régularité frappante, sur la Terre, au contraire, nos feux s'épuisent si l'on ne renouvelle pas le combustible, et les mouvements s'arrêtent bien vite si l'on ne renouvelle pas l'impulsion. D'où viennent chez les astres la constance de leur lumière, la perpétuité et la régularité de leurs mouvements?

C'est que, ont dit les anciens, les corps célestes sont d'une nature supérieure à celle des corps terrestres ou sublunaires.

Tout en eux doit avoir les caractères de la perfection et de l'incorruptibilité.

L'incorruptibilité des cieux, la perfection de la substance quasi divine qui les compose, tel a été le dogme astronomique de l'antiquité; il a été suggéré par l'observation, mais il dépasse de beaucoup, dans ses termes absolus, ce que l'observation comporte.

Si la substance sidérale offre un type de perfection, les astres ne sauraient être animés que de mouvements parfaits, c'est-à-dire circulaires et uniformes. Il serait indigne d'eux, dit Copernic lui-même, de leur en attribuer d'autres; l'esprit répugnerait à de telles suppositions. Telle était la base de l'Astronomie ancienne.

Cependant l'observation ne tarda pas à montrer aux Grecs eux-mêmes que le mouvement du Soleil n'est pas uniforme. Quelle chute pour cette doctrine! Mais, au lieu d'abandonner l'idée *a priori* des mouvements essentiellement circulaires et uniformes, les anciens ont tâché d'y plier les nouveaux résultats; au lieu de mettre à l'étude la vraie nature des orbites parcourues par les astres, ils ont eu recours à un artifice géométrique, très ingénieux d'ailleurs, pour sauvegarder le fond de leur hypothèse, tant était puissant le vieux préjugé qui se refusait à la seule pensée de traiter les substances éthérées et incorruptibles des cieux comme des mobiles ordinaires.

Enfin Kepler, après avoir échoué dans toutes ses tentatives pour plier les observations de la planète Mars à cette théorie, en vint à se demander s'il n'était pas temps de rompre avec ce vieux préjugé et de chercher dans les faits mêmes la nature de la trajectoire des planètes. C'est la plus brillante application qui ait été jamais faite de la méthode expérimentale. Nous en donnerons plus loin une idée. Quant à la lumière propre des étoiles et à leur état d'incandescence, nous en connaissons la cause depuis peu.

De là résulte un nouvel enseignement qui deviendra encore plus frappant par un troisième et dernier exemple, pris également dans notre histoire.

L'observation nous montre que le ciel tourne ou semble tourner chaque jour autour d'un certain axe qui passe ou semble passer par l'œil de l'observateur. Il faut en conclure, ou bien que le mouvement de rotation diurne du ciel est réel et s'effectue autour de la Terre immobile, placée au centre de l'univers, ou bien que c'est un mouvement apparent dû à la rotation réelle de la Terre.

L'expérience fait voir que, dans ces conditions, nous n'aurions pas conscience de ce mouvement; en sorte que le sentiment que nous avons de l'immobilité du sol qui nous porte

ne doit pas entrer en ligne de compte. La question se trouve donc ramenée à celle de savoir quelle est, des deux interprétations géométriques admissibles, la plus conforme aux lois ordinaires de la nature.

Les anciens, sous l'empire d'un préjugé tenace qui plaçait la Terre au centre de l'univers et étageait autour d'elle la demeure éthérée des astres et des dieux, ont opté pour l'alternative fausse, malgré l'admirable protestation des pythagoriciens.

Le second enseignement sur lequel nous venons d'appeler l'attention du lecteur est donc que, pour appliquer la méthode expérimentale à l'Astronomie, il faut, avant tout, éviter de prendre de simples hypothèses pour des réalités.

Ainsi un coup d'œil sur l'histoire de notre science montre que, depuis cinq mille ans au moins, elle a progressé par l'observation en se dégageant peu à peu des hypothèses. Aucune enquête sur les causes premières, sur l'essence des forces que nous voyons en jeu dans l'univers, n'a été nécessaire. Des tentatives de ce genre ont, au contraire, entravé souvent sa marche. Appliquons donc hardiment aux sciences physiques l'enseignement qui en résulte, et si les hypothèses y sont encore jugées nécessaires pour faciliter la coordination de phénomènes bien plus compliqués que les nôtres ou pour appliquer l'Analyse mathématique à ces phénomènes, ne les prenons pas au pied de la lettre, mais tenons-les pour d'ingénieux artifices provisoires dont on finira sans doute par pouvoir se passer.

C'est à cette condition que la même tête pourra être hantée par des hypothèses qui s'excluent parfois l'une l'autre. On se servira, en Optique, de la conception féconde d'un éther, différent des corps pesants, aussi indéfini que l'espace lui-même, susceptible d'être parcouru par les vibrations les plus rapides et les plus variées; en Thermodynamique, au lieu de faire vibrer l'éther, on fera marcher perpétuellement en ligne droite les molécules des gaz, pour soumettre au calcul les phénomènes d'élasticité et de chaleur ramenés à de simples chocs; en Chimie, on reprendra, malgré les cartésiens, les atomes insécables d'Épicure, et même, au besoin, on supprimera la matière en remplaçant les atomes par des centres de force, ou bien, avec les nouveaux cartésiens, on les constituera par des tourbillons d'éther en forme de tore, etc. Ce sont là des instruments de recherche, mais il faut être prêt à changer l'instrument actuel pour un meilleur, et ne jamais se laisser dominer par une idée préconçue sur les choses qui, au fond, dépassent la portée de notre intelligence. Voilà ce que la longue histoire de notre science, presque aussi vieille que le monde humain, nous enseigne à chaque pas.

N'ayant nullement l'intention d'écrire cette histoire, je tâcherai du moins d'en réunir quelques traits dans un bref tableau chronologique, afin de montrer ce qu'a produit l'application progressive des règles précédentes. L'Astronomie est née du besoin de connaître les temps et les lieux; en ce sens elle a puissamment coopéré à l'établissement des sociétés sur notre globe; ses plus grands efforts n'ont pas eu au fond d'autre mobile. Par surcroît, elle nous a donné du monde matériel une notion de plus en plus élevée. Nous plaçons donc, de part et d'autre de la colonne où ses progrès sont inscrits, les phases de la conquête du globe par la navigation, et les idées sur la création. Ce tableau aura l'avantage pratique de classer des noms illustres et des dates fameuses qu'il faut connaître, des livres dont l'apparition a résumé ou même révolutionné toutes nos idées. Il aura, en outre, l'avantage de montrer comment notre science a d'autant mieux rempli sa double mission qu'elle s'est plus complètement dégagée des vues *a priori* et des hypothèses. Et notez que, malgré ces immenses progrès, nous ne savons pas plus que le premier jour ce que c'est que l'attraction universelle!

Quant aux rapports réels et supposés de l'homme et de l'univers, c'est une question hors de notre cadre. Bornons-nous aux deux traits suivants. Jusqu'au XVIIe siècle, alors qu'un tout petit univers rond et poli, *in seipso totus, teres atque rotundus*, centré géométriquement sur la Terre, renfermait les astres conduits par des intelligences supérieures et circulant autour de nous, les moindres événements humains étaient placés sous la dépendance des phénomènes célestes (aspects) : voilà l'idée régnante.

A partir du XVIIe siècle, l'importance matérielle de la Terre s'évanouit; ce n'est plus qu'un point dans le système solaire qui, lui-même, n'est plus qu'un point dans l'univers stellaire; toute subordination des hommes aux astres a disparu.

Mais, bien que l'immensité de cet univers, tel qu'il se révèle à nous désormais, nous semble écrasante, c'est peu de chose vis-à-vis de l'intelligence humaine qui vient y figurer pour un temps dans sa complète liberté, et c'est ce que le cartésianisme a bien compris lorsqu'il a osé prendre le plus simple acte de notre pensée pour base de sa grande synthèse philosophique.

NOTE SUR LES BASSINS HOUILLERS DU TONG-KING, par M. **Edm. Fuchs**.

En présentant à l'Académie un premier résumé des résultats obtenus dans la mission que M. le Ministre de la Marine lui avait confiée en Cochinchine, M. E. Fuchs s'exprime ainsi :

« J'ai consacré, sur place, en collaboration avec M. Saladin,

ingénieur civil des mines, les mois de décembre 1881, janvier et février 1882. Grâce aux excellentes dispositions prises par M. Le Myre de Vilers, gouverneur de la Cochinchine française, ce court espace de temps nous a permis d'étudier, au moins dans ses grands traits, la géologie générale de l'Annam et du Tong-King, et d'explorer en détail les principaux gîtes de combustible, de minerai de fer et d'or actuellement abordables dans l'Annam, le Tong-King et le Cambodge.

» Le terrain qui renferme la houille, dans l'Indo-Chine, forme une série de bassins, d'une grande importance, qui paraissent s'échelonner parallèlement à la mer. Il repose en stratification discordante sur le calcaire carbonifère et est surmonté par une puissante formation de grès, de poudingues et d'argilolithes présentant les plus grandes analogies lithologiques avec le terrain permien et le trias inférieur d'Europe. Il est formé, lui-même, presque uniquement, de grès feldspathiques et micacés clairs ou plus ou moins ferrugineux. Entre les assises des grès sont quelquefois intercalés des bancs schisteux dans lesquels reposent ordinairement les couches de combustible. Ces schistes et grès schisteux qui avoisinent la houille nous ont donné une riche moisson de plantes fossiles qui permettent, ainsi qu'on le verra dans une prochaine Communication, d'établir des rapprochements intéressants et nouveaux entre les bassins houillers de l'Indo-Chine et ceux de l'Inde, de la Chine et de l'Australie.

» Nous avons reconnu en détail deux des bassins houillers du Tong-King et le bassin anthracifère de Nong-Sön, sur la rivière de Touranne (côte d'Annam). Ce dernier contient une anthracite assez impure, formant une couche de 3^{m} d'épaisseur. Des terrains analogues à ceux qui surmontent cette formation, ainsi que le calcaire carbonifère sous-jacent, se retrouvent à Hué, au *col des nuages*, et, paraît-il, sur une grande partie de la côte d'Annam.

» Le terrain houiller du Tong-King affleure sur la côte nord de l'ancien golfe que les eaux du fleuve Rouge ont carbonaté. Nous l'avons reconnu sur une étendue de 110^{km} (de Dong-Trieu à Ké-Bao) et sur une largeur de 15^{km} (à Hon-Gâc). Cette largeur est certainement inférieure à la largeur réelle du bassin houiller, puisque l'on trouve (à Hoan-Bô) des affleurements de houille en dehors de la région qu'il nous a été possible de visiter.

» Les analyses chimiques des combustibles et les observations stratigraphiques faites sur leurs gisements nous ont montré qu'il existe, dans les gîtes du Tong-King, quatre espèces différentes de houille formant trois, sinon quatre groupes distincts de couches.

» Dans ces quatre groupes, la teneur des houilles en matières

volatiles croît de bas en haut en même temps que décroît la teneur en cendres, qui s'abaisse parfois jusqu'à 1 pour 100 dans le groupe supérieur.

» Les teneurs extrêmes en matières volatiles sont 11 pour 100 et 40 pour 100; c'est dire que la série des combustibles s'arrête, d'une part, aux houilles *maigres à courte flamme*, analogues à la houille maigre de la Grand'Combe, et, d'autre part, aux houilles très gazeuses, brunâtres, voisines de la *houille stipite*. Les intermédiaires sont tous, au moins aux affleurements, des charbons maigres.

» L'essai industriel fait, dans une locomobile, sur la houille à courte flamme de la mine Henriette (3e groupe), a donné une consommation, par cheval-vapeur et par heure, de $1^{kg},966$, consommation supérieure de 2,5 pour 100 seulement à celle que donne le bon charbon d'Anzin (fosse de Denain).

» Les épaisseurs des couches sont assez fortes dans le bassin de Hon-Gâc. Elles atteignent individuellement jusqu'à 5^m de puissance et leur réunion en groupes très homogènes permettra d'exploiter, dans le même groupe, une épaisseur totale de charbon allant jusqu'à 11^m.

» Les couches affleurent très près du littoral et à côté d'excellents mouillages. On peut suivre leurs affleurements sur plusieurs kilomètres de longueur, et, par suite, l'évaluation des ressources en combustible contenues dans le bassin de Hon-Gâc peut être faite avec une certaine précision. En faisant une large part aux éventualités, on trouve que la masse de charbon exploitable, jusqu'à 100^m de profondeur seulement au-dessous du niveau de la mer, dépasse le chiffre total de cinq millions de tonnes. »

Tempête de sable en Islande. Note communiquée par le Bureau central météorologique.

D'après une correspondance adressée au journal islandais *Isafold*, le sud de l'Islande, et principalement les districts de Landmanna et de Rangarvalla, ont été cruellement éprouvés, du 23 avril au 4 mai dernier, par une violente tempête de sable.

La température a baissé jusqu'à 9° au-dessous de zéro et la neige est tombée à différentes reprises; l'air était tellement rempli d'une poussière fine de sable, qu'il était impossible de voir les bergeries et les fermes; malgré l'absence de nuages, le soleil ne pouvait percer.

Ce tourbillon de sable a été plus intense encore dans la campagne. Les rivières ont été prises aussitôt par les glaces, et toute communication est devenue impossible.

Bêtes et gens ont été contraints de ne pas sortir; ceux qui

n'avaient pas eu le temps de rentrer sont morts de froid ou ont été asphyxiés par le sable.

Le sable, pénétrant même dans les maisons, se mêlait à la nourriture.

On estime que 2000 moutons et 200 chevaux ont été tués, au minimum.

Après l'ouragan, beaucoup d'animaux sont morts sans qu'il ait été possible de déterminer la maladie à laquelle ils succombaient. Partout où les brebis allaient mettre bas, les agneaux étaient ou mort-nés ou mouraient peu de temps après leur naissance.

Dans une ferme 40 moutons ont été trouvés morts près d'une bergerie.

Les vaches et autres bestiaux ont dû jeuner pendant assez longtemps.

L'auteur de la correspondance précitée estime que les pertes résultant de ce cyclone s'élèvent à une valeur d'au moins 130000 kroner, pertes supportées seulement par une centaine de paysans, soit environ 1300 kroner pour chacun d'eux. Ces malheureux seront prochainement dans une grande détresse, à moins que l'assistance publique ne vienne à leur secours.

Zincographie.

M. Davanne a communiqué à la Société d'encouragement une Note qui émane de la Direction des Cartes et Plans du Ministère des Travaux publics, sur les procédés de zincographie employés dans les ateliers qui dépendent de ce Ministère.

Quand on veut obtenir une planche matrice sur zinc, on dispose de plusieurs procédés, dont les plus simples consistent soit dans le transport d'une épreuve tirée sur papier albuminé bichromaté, soit dans l'emploi du bitume de Judée appliqué sur le zinc, en faisant intervenir un cliché négatif retourné au caoutchouc ou à la gélatine.

Pour répondre aux conditions de simplicité nécessaires, la Direction des Cartes et Plans du Ministère a cherché les moyens d'obtenir la planche matrice par *l'application directe du calque lui-même sur le zinc* dans le châssis.

Sur une indication apportée par un des employés du service, les ateliers du Ministère se sont livrés l'année dernière à une série de tâtonnements, qui semblaient avoir amené une solution définitive consistant dans le procédé suivant :

Quand on prépare une plaque de zinc à l'acide gallique, elle ne peut plus prendre l'encre d'imprimerie. Sur cette plaque ainsi préparée, supposons que l'on mette, comme à l'ordinaire, une couche de bitume de Judée.

Si l'on fait l'exposition au châssis sous un calque et qu'on

développe à l'essence, les traits apparaîtront en blanc sur le fond jaune du bitume. Si alors on fait agir l'acide acétique qui *déprépare* la plaque, c'est-à-dire la rend propre à l'encrage, il n'y aura qu'à enlever le bitume pour avoir une plaque dont le fond repoussera l'encre, pendant que les traits la prendront, c'est-à-dire une plaque toute prête à l'impression lithographique.

Tel est ce procédé, sur lequel on avait beaucoup compté et qui fait l'objet d'un brevet pris le 20 octobre 1881 par MM. Comte et Péronne.

Ce procédé présentait plusieurs inconvénients. La préparation n'adhérait pas assez solidement au zinc, et l'on était exposé à l'enlever; de plus, l'acide s'insinuait sous le bitume, ce qui élargissait les traits.

M. Camille Mongel, fils du chef des ateliers du Ministère, a tourné cette difficulté en donnant à la planche un léger grenage chimique par l'acidulation à l'acide nitrique. Dès lors la préparation adhère solidement à la planche, et l'action de l'acide acétique se limite aux traits.

Laine minérale.

L'idée d'utiliser le laitier des hauts-fourneaux, pour en faire un produit appelé *laine minérale*, a pris naissance en Allemagne, où elle a été réalisée pour la première fois par Lürmann, dans une fabrique de Osnabruck. Pendant plusieurs années, ce produit a été fabriqué sur une petite échelle à un haut-fourneau peu important de Greenswood, New-Jersey (États-Unis), et la demande en étant devenue plus grande, on a installé une autre manufacture à Stanhope, New-Jersey.

Pour obtenir ce produit singulier, on lance par une ouverture étroite un jet de vapeur sous une pression de 3^{kg} à 6^{kg}. Ce jet vient frapper un courant de laitier fondu, d'un doigt d'épaisseur environ, qui coule sur une gouttière. Sous le choc des molécules de la vapeur, animées, comme on le sait, d'une vitesse considérable à ces pressions, le laitier se divise en un nombre infini de petites sphères solides qui, en se détachant, arrachent un fil ou une fibre.

A Stanhope, on a disposé deux chambres, dont chacune reçoit quatre jets de vapeur et qui sont alternativement en service. La laine qui est dans la chambre, mélangée avec les petits corps solides ou grenailles, est recueillie, portée au dehors et criblée au moyen d'une petite machine à vapeur. Ce criblage donne environ, par pied cube de matière, 6 livres d'une laine minérale, dont les 80 pour 100 sont classés comme qualité ordinaire et pèsent 25 livres par pied cube, tandis que l'autre portion, ou qualité extra, pèse seulement 15 livres par pied cube.

La fabrication actuelle à Stanhope s'élève à 907^{kg} par jour, et pourrait aisément être augmentée, si cela était nécessaire.

La laine minérale est principalement employée jusqu'ici comme matière non conductrice de la chaleur. Elle conviendrait parfaitement à cet emploi, si l'on en croit les expériences faites par M. C.-E. Emery et publiées dans un Mémoire lu devant la société américaine des ingénieurs mécaniciens au congrès d'Hartford.

Si l'on représente, en effet, par 100 l'efficacité calorifuge du feutre de poil, qui est la meilleure matière non conductrice, celle des autres matières se mesurerait, d'après M. Emery, par les coefficients :

Poil de feutre.........	100	Charbon de bois......	63
Laine minérale n° 2.....	83	Sapin coupé en travers.	55
Sciure de bois........	68	Terre glaise...........	55
Laine minérale n° 1....	67	Asbeste...............	36

Liste des marins auxquels des médailles, pour des observations faites en mer, ont été décernées en 1882, *par l'Association scientifique de France, sur la proposition de la Commission météorologique.* — Voir le *Bulletin* n° 120, p. 247.

MM. **Servan**, Lieutenant de vaisseau, commandant le *Saint-Laurent* (a fait sept traversées du Havre à New-York).

Vallin, Capitaine au long cours, commandant la *Blanche* (a fait neuf traversées du Havre à Hambourg).

Cabaret, Capitaine au long cours, commandant la *Tafna* (a fait trois traversées du Havre à Valparaiso).

Leclère, Capitaine au long cours, commandant l'*Afire* (a fait trois traversées du Havre à Port-au-Prince).

Regnaut, Capitaine au long cours, commandant la *Ville de Brest* (a fait trois traversées du Havre à Alger).

Esnol, Capitaine au long cours, commandant le *Tabusco* (deux traversées du Havre au Mexique).

Vasse, Capitaine au long cours, commandant le *Pampa* (deux traversées du Havre à Rio-de-Janeiro).

Bugault, Capitaine au long cours, commandant la *Ville de Bahia* (quatre traversées du Havre à Rio-de-Janeiro).

Héliard, Capitaine au long cours, commandant le *Lafayette* (trois traversées de Saint-Nazaire à la Vera-Cruz).

Auber, Lieutenant, à bord de l'*Amazone* (a fait deux traversées de Marseille à Shang-Haï).

Cauvy, Lieutenant, à bord du *Moïse* (a fait vingt traversées de Marseille à Bone, Alger, Tunis, etc.).

Bronze : M. **Noleau**, Capitaine au long cours, commandant l'*Indus* (une traversée de Saint-Nazaire à Sierra-Leone).

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

6 AOUT 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 123.

MISSION SCIENTIFIQUE AU CAP HORN.

§ 1.

A la suite de conférences scientifiques tenues à Rome, à Hambourg, à Berne et, en dernier lieu, à Saint-Pétersbourg, conférence où la France était représentée, les savants de presque toutes les nations maritimes ont arrêté, de concert, un programme d'observations polaires, intéressant au plus haut degré la Physique du globe.

Actuellement la Russie, la Suède, la Norvège, le Danemark, l'Autriche, la Hollande, les États-Unis d'Amérique, l'Angleterre et l'Allemagne ont adhéré au programme et se sont réparti onze stations polaires, dont une seule dans l'hémisphère austral : celle organisée par l'Empire d'Allemagne sera à la Nouvelle-Géorgie du Sud.

C'est aussi vers le pôle austral que la France doit porter le siège de ses observations et c'est sur une des îles voisines du cap Horn que s'établira notre station polaire. On aura à opter entre la baie d'Orange dans la Terre de Feu et l'anse Saint-Martin dans l'île Hermitte.

Les observateurs seront des officiers de marine ayant reçu, à l'observatoire astronomique de Montsouris, une préparation spéciale pour cette mission. Quatre paraissent devoir suffire ; ils auront avec eux deux naturalistes, dont un médecin, et ils seront accompagnés de douze hommes de professions et grades divers, indispensables à leurs travaux et à leur sécurité.

Le matériel scientifique de la mission sera emprunté, autant que possible, à nos divers établissements.

L'expédition coûtera 795570 francs; elle nécessitera l'armement pendant 20 mois d'un bâtiment qui transportera et ravitaillera la mission.

§ 2.

L'Académie des Sciences ayant été consultée par le Ministre

de la Marine sur les recherches scientifiques à exécuter pendant le séjour de la commission météorologique, qui partira prochainement pour le cap Horn, chargea plusieurs de ses Membres de dresser des instructions pour les missionnaires.

La réunion de ces instructions fera connaître l'intérêt qu'inspire notre expédition dans cette partie lointaine du nouveau monde.

§ 3.

Rapport de M. Alph. Milne-Edwards *sur les travaux relatifs à la Zoologie marine à exécuter dans l'archipel Fuégien.*

L'étude de la faune antarctique a été longtemps délaissée : les naturalistes pensaient que ces régions, pour la plupart désertes et d'un aspect désolé, n'étaient habitées que par des animaux émigrés des contrées plus chaudes. On sait aujourd'hui que, si les choses se sont passées de la sorte pour la plupart des espèces terrestres, il en est tout autrement pour celles qui habitent les profondeurs ou les rivages de la mer. On reconnaît dans la région antarctique un foyer zoogénique spécial; la faune des parties froides de l'hémisphère sud présente autour du globe une grande uniformité. Riche en individus, elle est pauvre en espèces; mais elle est pourvue d'un nombre considérable de types organiques qu'on ne rencontre pas ailleurs et qui sont des plus remarquables. Aussi les recherches zoologiques entreprises au cap Horn et dans l'archipel Fuégien ne peuvent manquer d'être fructueuses.

Les terres antarctiques américaines ont été incomplètement explorées par les naturalistes. Les nombreux navires qui doublent le cap Horn en craignent les approches, et ils se tiennent d'ordinaire au large; ceux qui se sont engagés entre les îles innombrables de la pointe sud de l'Amérique et qui y ont séjourné poursuivaient des études géographiques, hydrographiques ou d'ordre physique, et l'Histoire naturelle ne pouvait les occuper que d'une façon tout à fait secondaire. C'est cependant à ces expéditions que nous devons la plupart des renseignements que nous possédons sur les animaux de ces régions; les noms de Cook et de son conpagnon Forster, de Ross, de Dumont d'Urville, de Wilkes, de Fitz-Roy et de Darwin sont inséparables de l'histoire naturelle des parties extrêmes de l'hémisphère austral. Nous devons aussi des renseignements précieux aux pêcheurs de baleines et aux chasseurs de phoques; plusieurs de ces hardis marins, guidés par des intérêts commerciaux, ont fouillé ces parages dans toutes les directions et ont consigné dans leurs narrations une foule de faits très importants pour l'étude de la Zoologie. Plus récemment le capitaine Abbott séjourna quelque temps aux îles Falkland, dans l'établissement anglais de Stanley, et en étudia les pro-

ductions; le Dr Cunningham et le Dr Coppinger explorèrent avec soin quelques-unes des îles de la pointe patagonienne; le Dr Savatier, médecin de la *Magicienne*, fit des recherches heureuses dans le détroit de Magellan, et un navire anglais, le *Challenger*, exécuta des dragages entre les îles Falkland et le littoral américain.

Les faits nouveaux ainsi acquis à la Science montrent la richesse de ce champ d'exploration et promettent de riches moissons aux membres de la Mission du cap Horn. Restant pendant une année entière dans les mêmes localités, ils pourront se rendre compte des changements que la succession des saisons amène dans la composition de la faune, ils pourront étudier les migrations des animaux et faire de leurs mœurs et de leurs conditions d'existence un examen attentif.

Les grands Mammifères marins doivent attirer tout particulièrement leur attention. Les Phoques et les Otaries étaient autrefois très abondants dans ces parages, ils en disparaissent rapidement. En 1800, lorsque Fanning visita les îles de la Géorgie australe, un navire venait de les quitter, emportant 14000 peaux de Phoques; il s'en procura lui-même 57000, et il évalua à 112000 le nombre de ces animaux qui furent tués pendant les quelques semaines que dura la chasse de la saison.

En 1822, un autre marin américain, Weddell, constata que les produits de la chasse des Phoques n'avaient pas diminué; il évalua à 1200000 le nombre des peaux déjà obtenues dans cette localité. La même année, on tua aux Shetland australes environ 320000 Phoques à fourrure, et l'on y recueillit 940 tonnes d'huile de l'Éléphant marin ou Macrorhine, ce qui suppose la capture d'environ 650 de ces animaux gigantesques. Ces mêmes espèces abondaient à l'île Beauchêne, située à une vingtaine de lieues des îles Falkland; elles ont été trouvées dans cette dernière station, ainsi que sur d'autres îles de l'archipel Magellanique. Mais, pourchassés sans relâche par les pêcheurs, ces grands amphibiens, dont la croissance est lente et la fécondité très limitée, ont presque complètement disparu de ces parages, et il est à désirer que la Mission scientifique s'attache à recueillir le squelette et la dépouille des derniers survivants de ces espèces.

Le capitaine Abbott signalait, il y a vingt ans environ, aux îles Falkland, les Éléphants de mer (*Macrorhina elephantina*); mais ils étaient devenus tellement rares qu'il ne les rencontra jamais vivants; les Lions de mer (*Otaria jubata*), encore communs sur la côte nord du Falkland occidental, les Phoques à fourrure (*Otaria falklandica*), qui vivent à l'entrée septentrionale du détroit de Berkeley, sur des rochers presque inaccessibles, et le Léopard de mer (*Stenorhynchus leptonyx*),

qui ne se montre qu'accidentellement sur ces îles. D'autres espèces, telles que l'*Otaria Hookeri*, *Otaria Pernetti*, etc., habitent les mêmes régions, et méritent aussi d'être recherchées avec grand soin.

Les grands Mammifères pisciformes, de la famille des Baleines, abondent dans les mers antarctiques; leur distribution géographique offre beaucoup d'intérêt et soulève plus d'une question importante de Zoologie générale. Les Cachalots se montrent parfois à la pointe sud de l'Amérique, et on ne devra jamais négliger, si ces énormes animaux viennent à la côte, d'en prendre les mesures exactes, de les photographier sur diverses faces et de recueillir, autant que possible, les pièces de leur squelette ou au moins leurs crânes. Les Globicéphales, les Orques et les Dauphins seront d'une préparation plus facile. La peau conservée dans du sel, le squelette à l'état sec, permettront d'en déterminer l'espèce. Ces Cétacés sont si rares dans nos musées et si mal connus qu'on ne saurait trop s'appliquer à en réunir un grand nombre.

Les oiseaux aquatiques abondent non seulement dans les parties tempérées de la région australe, mais aussi dans la zone glaciale, jusqu'au voisinage du pôle, et le groupe le plus singulier que l'on y rencontre est sans contredit celui des Manchots ou *Pingouins*. Leurs ailes, garnies seulement de petites plumes analogues à des écailles, constituent de larges palettes pendantes et ressemblent d'une manière frappante aux nageoires des Dauphins; la marche leur est difficile et ils vivent presque toujours à la mer; à l'époque de la ponte, ils s'établissent à terre en nombre incalculable pour y couver leurs œufs et y élever leurs petits. L'une des principales stations occupées par les Manchots est le groupe des îles Falkland et l'archipel Magellanique; on y trouve réunies la moitié des espèces ou races dont se compose cette famille.

Le représentant le plus remarquable de ce type est le grand et bel Oiseau désigné par les marins sous le nom de *roi des Pingouins* (*Aptenodytes Pennanti*); il niche aux Falkland, où il a été observé par Lecomte et par le capitaine Abbott; il a été vu aussi par Cunningham à l'île Tyssen, dans le détroit de Magellan. Doit-il être distingué spécifiquement du *Manchot empereur* (*Aptenodytes Forsteri*), qui habite plus au sud? Ce dernier est plus grand, ses plumes s'étendent davantage sur la mandibule inférieure, ainsi que sur le pied, les bandes jaunes qui ornent le cou sont plus développées, mais ces variations n'ont que peu d'importance, et, si l'on pouvait réunir une série nombreuse d'individus choisis avec soin, il est probable que l'on trouverait des intermédiaires rattachant l'une à l'autre ces deux prétendues espèces.

D'autres Manchots, moins grands que les précédents et à

tête surmontée d'aigrettes jaunes, vivent dans les mêmes parages : ce sont les Chrysolophes et les Chrysocomes, nommés souvent par les navigateurs *Pingouins* ou *Gorfous sauteurs,* à raison de leur démarche, et *Manchots huppés* ou *Macaronis*, à cause de leurs aigrettes. Très communs autrefois aux Falkland, ils y deviennent plus rares; il y a donc lieu de les rechercher, car leur histoire présente encore bien des obscurités. Les zoologistes ont distingué sous le nom d'*Eudyptes nigrivestis*, d'*Eudyptes pachyrhyncha* et d'*Eudyptes diademata* des oiseaux un peu différents, qui ne sont probablement que des variétés d'une seule et même espèce; pour résoudre cette question, il serait nécessaire de former des collections considérables, comprenant non seulement des séries de squelettes, mais aussi de dépouilles choisies de manière à rendre compte de toutes les différences que ces Manchots peuvent présenter soit dans leur taille, soit dans leur forme, soit dans leur coloration; c'est en procédant ainsi qu'on pourra faire disparaître ces espèces nominales, qui ne sont basées que sur des caractères transitoires ou d'importance secondaire. Nous signalerons encore d'autres Manchots, tels que les *Pygoscelis antarcticus*, qui abondent aux Falkland, où Lecomte en a vu près de 40000 réunis à Eagle-Point, le *Spheniscus Humboldtii* et le *Spheniscus Magellanicus*, et enfin une espèce dont il n'existe encore dans les musées d'Europe qu'un seul exemplaire, trouvé par l'amiral Serres, près du cap Horn, à Charruca, et qui a été décrit par M. Oustalet sous le nom de *Microdyptes serresiana*. La manière dont ces Oiseaux construisent leurs nids, leur incubation, les soins qu'ils donnent à leurs jeunes, leur régime, leurs habitudes donneront certainement lieu à des observations fort intéressantes.

D'autres Oiseaux de mer sont très nombreux dans l'archipel Magellanique : ce sont les Pétrels, les Albatros, les Chionis ou Bec-en-fourreau et les Cormorans, dont il importe de ne pas négliger l'étude. Les œufs, les jeunes aux divers âges, les adultes dans les différents plumages devront être préparés avec soin.

L'étude des Poissons, des Crustacés, des Mollusques et des Zoophytes fournira, suivant toute probabilité, des faits nouveaux. L'expédition qui vient d'être faite récemment par le navire anglais l'*Alert* nous permet de l'espérer. Effectivement, ce bâtiment explora l'extrémité australe de la Patagonie, et des collections importantes furent faites par le Dr Coppinger dans la partie orientale de la région magellanique, dans le voisinage de l'archipel Madre-de-Dios, sur la côte ouest de la Patagonie et plus au nord, jusqu'à Coquimbo.

Le nombre des espèces marines inconnues découvertes pendant ce voyage est considérable. Elles comprennent 4 Pois-

sons, 27 Mollusques, 6 Bryozoaires, 5 Crustacés, 10 Echinodermes, 3 Cœlentérés et 15 Spongiaires. Un tel résultat, obtenu en peu de temps, est bien fait pour encourager les naturalistes qui se préparent à explorer les mers magellaniques.

Nous ne connaissons que d'une manière très imparfaite les Poissons qui y vivent; nous savons que le genre *Notothenia* y est représenté par plusieurs espèces, dont quelques-unes se trouvent aussi dans les parages de la Nouvelle-Zélande. Forster a rencontré en abondance, au milieu des amas de *Kelp*, dont les côtes du cap Horn sont encombrées, un autre petit Poisson qui a beaucoup d'affinités avec les Nothénias, et qui constitue un genre particulier, désigné sous le nom de *Harpagifer*. Parmi les espèces caractéristiques de la faune antarctique, nous citerons aussi la petite famille des Galaxides, dont une espèce, le *Galaxias attenuatus*, habite depuis la Nouvelle-Zélande jusqu'au Chili. Beaucoup d'autres espèces, moins bien caractérisées, ont été capturées dans les mers de l'Amérique australe. Mais on est certainement loin d'avoir épuisé l'étude de cette partie de la faune.

Nous pouvons en dire autant des animaux de la classe des Crustacés. Les îles nombreuses qui avoisinent l'extrémité sud du continent américain ont fourni aux naturalistes quelques espèces fort remarquables et inconnues dans les autres régions du globe : tels sont les Séroles, que le voyageur américain Eights prit d'abord pour des Trilobites, mais qui, en réalité, prennent place dans le groupe des Isopodes. On en a distigué cinq espèces différentes. Beaucoup de Crustacés décapodes semblent caractériser la faune magellanique : les Eurypodes, les Halicarcinus, les Peltarions par exemple; mais d'autres sont fort intéressantes, à raison des ressemblances qu'ils offrent avec des espèces propres à des régions lointaines : tels sont les Lithodes, dont quelques représentants vivent aussi dans les mers du Nord, tandis que la zone équatoriale en est tout à fait dépourvue.

Certaines formes boréales ont aussi été signalées dans les mers antarctiques : tel est un Isopode du genre *Arcturus*, trouvé par Ross et qui ne lui parut différer en rien de l'*Arcturus Baffinii* de l'océan Arctique. Un Isopode, le *Lysianassa magellanica*, découvert par d'Orbigny dans l'estomac d'un Poisson pêché au sud du cap Horn, est identique à une espèce des mers du Nord, et particulièrement des côtes de Norwège. Ce Crustacé, qui paraît être un nageur habile, vit dans les grandes profondeurs de la mer, là où la température présente sur toute la surface du globe une assez grande uniformité, et l'on est en droit de supposer que c'est en suivant les grandes déclivités de l'Océan que ces animaux passent d'un pôle à

l'autre et sans jamais se montrer à la surface dans les régions équatoriales.

Pour résoudre ces questions de Zoologie géographique, il serait indispensable de multiplier dans les mers magellaniques les dragages à des profondeurs graduées; car, jusqu'à présent, nous ne connaissons guère que les animaux qui vivent sur les côtes et nous n'avons que bien peu de renseignements sur les espèces qui habitent au-dessous de 200^m. Nous ne saurions trop recommander au chef de la Mission du cap Horn de ne négliger aucune occasion d'explorer à l'aide de dragues, de chaluts et de filets traînants les profondeurs de la haute mer aussi bien que les canaux qui séparent les îles magellaniques : ce sera là certainement que se feront les plus riches récoltes et les découvertes les plus importantes. L'étude des courants sous-marins et de leur température permettra aussi sans doute d'expliquer bien des faits difficiles à comprendre et relatifs à la distribution des animaux. Par les temps calmes, il serait également utile d'écumer la surface de la mer, à l'aide de filets à mailles très fines, afin de recueillir les petits Mollusques et les petits Crustacés pélagiens, qui s'élèvent des profondeurs et se montrent souvent en bancs pressés. Nous espérons que l'état de la mer permettra ces recherches, et que la *Romanche* pourra consacrer aussi quelque temps à l'exploration des Falkland et de quelques autres îles de l'archipel Magellanique.

§ 4.

Rapport de M. Blanchard *sur les recherches relatives à la zoologie terrestre.*

Une exploration zoologique vraiment satisfaisante de la Terre de Feu et des îles adjacentes fournirait des résultats du plus haut intérêt. La connaissance assez complète du monde animal répandu sur ces terres serait d'une importance si capitale, qu'on en ferait grand honneur à ceux qui l'auraient procurée. En présence des êtres qui peuplent l'archipel placé au sud du continent américain, on entrerait en effet dans une voie de comparaisons des plus instructives. On pourrait apprécier les différences que présente cette faune avec les autres faunes australes, saisir de remarquables rapports avec les formes caractéristiques des contrées boréales, déterminer avec exactitude les relations des animaux de cette région avec ceux qui habitent les parties occidentale et australe de l'Amérique du Sud. Enfin on aurait les éléments qui permettraient de décider si la Terre de Feu et les îles voisines ont surgi dans l'isolement où elles se montrent à l'époque actuelle ou si, dans un temps plus ou moins ancien, elles dépendaient du continent américain.

Il importe au plus haut degré de rechercher les petits Mammifères qui peuvent exister sur les îles. Ces animaux étant incapables de franchir des bras de mer, on tire de leur présence des déductions très assurées relativement aux questions de Géographie physique. Il convient de ne pas négliger de recueillir les Mammifères issus de nos espèces européennes, tels que Lapins introduits par les navigateurs, Rats et Souris échappés des navires. On aurait ainsi la possibilité de constater si ces animaux, en se propageant dans des conditions nouvelles de séjour et de climat, ont subi dans leurs caractères quelques changements notables.

Les oiseaux terrestres [1] appellent une sérieuse attention. Ces créatures ne sont pas nombreuses en espèces, soit à la Terre de Feu, soit à la Terre des États, soit sur les terres voisines, mais il est bien essentiel de reconnaître l'existence des espèces qui se rencontrent sur les différentes îles et de s'assurer autant que possible si l'Oiseau est sédentaire ou si, aux approches de l'hiver, il quitte le lieu où il a bâti son nid et se porte sur le continent. On devra donc, de chaque île, rapporter des échantillons de tous les Oiseaux qui s'y trouvent, sans oublier les nids.

Les Reptiles, certainement peu multipliés et sans doute de proportions médiocres ou minimes, Lézards et Serpents, méritent d'être recueillis. On ignore s'il existe des Batraciens en ces parages.

On ne manquera pas de fouiller avec des filets ou des nasses toutes les eaux douces : eaux courantes et eaux dormantes. En ce moment, des naturalistes attacheraient un grand prix à la connaissance des Poissons qui vivent dans les eaux douces des îles australes américaines. En poursuivant la recherche des Poissons, il sera facile de prendre les Mollusques, les Crustacés, les Insectes, les Vers qui souvent pullulent dans les eaux stagnantes.

Les Mollusques terrestres : Escargots, Limaces, etc., à raison de leurs faibles moyens de locomotion, demeurant parfois cantonnés sur des espaces peu étendus, appellent l'intérêt des explorateurs.

Enfin les Insectes, partout infiniment plus nombreux que les animaux de tous les autres groupes, vivant dans les conditions les plus diverses et, de ce fait, fournissant les indications les plus précieuses relativement aux rapports des terres entre elles, réclament des recherches suivies et tout à fait attentives.

Sous les climats froids et humides, il y a peu d'espèces qui

---

[1] Ce qualificatif est employé par opposition avec celui d'Oiseaux de mer.

attirent les regards par de fortes proportions ou par de vives couleurs; les espèces ternes ou de petite taille ne sont pas moins importantes à recueillir que les plus grosses ou les plus belles. Beaucoup d'Insectes se cachent; pour les découvrir, il est nécessaire de passer un filet de toile sur les herbes et les plantes basses, de secouer les arbres et les arbrisseaux, d'arracher les mousses, de détacher les écorces sur les vieux troncs, de fouiller les bois pourris avec un instrument de fer, de remuer les matières stercoraires, d'inspecter les cadavres d'animaux gisant sur le sol, ainsi que les débris organiques abandonnés par la mer sur les grèves, de soulever les pierres où se blottissent en général les espèces carnassières, de chercher même dans le sable au voisinage de la mer, où se dissimulent souvent des espèces d'un genre de vie particulier. On s'empare des Insectes qui volent au moyen de filets légers ou de pinces garnies de tulle.

Pour tous les animaux, il est désirable d'avoir de chaque espèce un certain nombre d'individus; pour les êtres de petite taille, comme les Insectes, faciles à conserver dans des boîtes qui prennent peu de place ou même dans des flacons remplis d'alcool, on ne saurait trop recommander de prendre autant que possible de notables quantités d'individus de chaque espèce. Dans tous les cas, il est important de ne pas confondre les récoltes faites en divers lieux et de noter scrupuleusement les provenances.

Avec l'exploration des terres magellaniques, si l'expédition du cap Horn pouvait entreprendre quelques recherches aux îles Falkland, elle accroîtrait dans une proportion considérable les services que la Science attend d'elle.

§ 5.

Rapport de M. Duchartre *sur les recherches botaniques.*

Les conditions que les contrées magellaniques offrent aux végétaux, surtout dans le voisinage du cap Horn, sont assez défavorables pour rendre compte de la pauvreté de leur flore terrestre. Sur leurs côtes, sans cesse battues par des vents violents, la ceinture forestière de Hêtres antarctiques (*Fagus antarctica*, *F. betuloides*, etc.) et de *Drimys* qui occupe le littoral, à l'extrémité méridionale du continent américain, se réduit à l'état d'arbres rabougris et tortus, ou même est remplacée par de simples buissons, et, plus à l'intérieur, existe une végétation plus humble encore et peu variée, dont le caractère devient alpin à une faible altitude, et dans laquelle dominent les Glumacées, ainsi que les Composées. Dans de pareilles conditions, la seule demande qu'on puisse adresser à un explorateur consiste à le prier de récolter tout ce qui se

présentera à lui, sans être en droit d'espérer qu'il forme, même en y mettant tous ses soins, des collections bien nombreuses; toutefois, quelles qu'elles soient, les collections qu'il formera serviront à déterminer, plus précisément encore qu'on n'a pu le faire jusqu'à ce jour, les caractères de la flore antarctique, et ses rapports avec celle des hautes montagnes plus éloignées des pôles comme avec celle de la région arctique.

Par compensation avec la pauvreté de la végétation terrestre, la flore marine antarctique est remarquable par sa richesse et surtout par le développement considérable de la plupart des Algues qui la composent. Il y aurait donc grand intérêt à ce que, si les circonstances le leur permettaient, les membres de la Mission au cap Horn donnassent une attention particulière à la recherche des Algues marines, qui leur fourniraient certainement les éléments de collections importantes. Il serait peu utile de préciser davantage les instructions qui doivent leur être données.

§ 6.

Rapport de MM. Daubrée *et* Des Cloizeaux *sur les travaux géologiques.*

D'après Darwin (*Geological observations*, etc.) et d'après King (*Voyages of the* Adventure *and* Beagle, 1839), la Terre de Feu et le détroit de Magellan présentent des phyllades (*clayslate*) traversés par des dykes de roches éruptives (*greenstone*). De plus, en Patagonie, comme dans toute cette région du littoral de l'Amérique du Sud, il existe des formations tertiaires avec basaltes, et des plages soulevées.

D'après ces rares données, l'une des principales recommandations serait de tâcher de trouver des débris fossiles dans ces roches anciennes ou dans d'autres qui leur sont associées. Même recommandation si l'on rencontre des couches de lignite, qui ont été signalées dans cette région.

En outre, il y aurait intérêt, si l'on en a la possibilité, à recueillir des observations précises, relatives aux plages soulevées qui dateraient de l'époque actuelle.

Il serait également intéressant de rechercher s'il n'existe pas des météorites pierreuses ou des masses de fer natif.

§ 7.

Rapport de M. Lœwy *relatif aux travaux astronomiques à effectuer par la même expédition.*

Les travaux astronomiques à effectuer peuvent être classés en deux catégories :

1° Les observations que l'on peut appeler accidentelles;

2° Les observations régulières, c'est-à-dire les études à faire

d'une manière suivie pendant tout le temps que l'expédition séjournera dans la région du cap Horn.

La présente année ne donne lieu qu'à une observation de la première catégorie, celle du passage de Vénus.

La solution du grand problème qui se rattache à l'étude de ce phénomène exige qu'il soit observé dans le plus grand nombre de stations possibles, dans celles surtout auxquelles leur position géographique prête une importance particulière; le cap Horn, abstraction faite du climat, se trouve dans ce cas. La mission rendrait un service sérieux à la science astronomique, si elle pouvait apporter un élément à cette solution.

La seconde catégorie renferme plusieurs travaux d'une nature différente :

1° La détermination de l'heure, et celle de la longitude et de la latitude du lieu où se trouveront établis les observateurs; la connaissance de ces éléments est, en effet, essentielle pour le but que doit remplir l'expédition;

2° La détermination des points radiants du ciel austral.

Les points radiants indiquent dans l'espace le centre d'une petite région d'où paraissent se répandre périodiquement, chaque année, sur la voûte céleste, des essaims de météores. Dans chaque nuit de l'année, on peut évaluer à peu près à six ou sept le nombre de points radiants qui apparaissent dans les diverses constellations du ciel; mais, pour la plus grande partie de ces lieux, on ne possède que des indications très vagues sur la position.

L'observation de ce phénomène offre à plusieurs égards un haut intérêt scientifique, surtout depuis l'époque où les travaux de plusieurs astronomes célèbres ont permis de constater d'une manière indubitable que certains essaims d'étoiles et certaines comètes effectuent leur mouvement autour du Soleil sur une même trajectoire.

Tandis qu'en Europe et dans l'Amérique du Nord on poursuit l'étude des étoiles filantes avec une très grande activité, on n'a jamais rien entrepris dans cet ordre d'idées dans l'hémisphère austral; les efforts tentés dans cette partie du monde fourniraient donc des renseignements nouveaux et précieux sur ces corps célestes, dont l'origine, la composition et les mouvements sont restés si longtemps énigmatiques pour nous. Il y a là à récolter des séries d'observations nouvelles qui auront toutes une valeur particulière, puisque tout ce qui se passe à ce sujet dans l'hémisphère austral a échappé à nos investigations jusqu'à ce jour.

3° La recherche des comètes se rattache naturellement à l'étude des étoiles filantes, qui ne sont très probablement que des débris cométaires, comme semble le prouver encore la coïncidence de l'apparition de ces corps célestes et des chutes

de météores. Ces deux études sont donc en connexion directe, et, entreprises simultanément, elles fourniraient des éléments complets pour la solution de la question.

Cette dernière recherche est, comme la précédente, absolument délaissée sous l'hémisphère austral, où les savants n'observent même pas toutes les comètes visibles à l'œil nu; nous étudions ces astres lorsque leur mouvement les amène dans notre hémisphère, mais beaucoup d'entre eux, par le caractère de leur orbite, demeurent invisibles pour nous, et par conséquent apparaissent et disparaissent sans laisser aucune trace de leur passage.

Si donc un observateur voulait, pendant l'expédition, entreprendre à ce point de vue l'exploration systématique du ciel, ses recherches seraient très profitables à la science.

§ 8.

Rapport de M. Mouchez *relatif aux observations astronomiques à faire au cap Horn lors du passage de Vénus.*

La Commission de l'Académie chargée de préparer l'observation du passage Vénus en 1882 ayant décidé que toutes les Missions françaises observeraient, comme en 1874, le phénomène entier du passage, dut chercher l'emplacement des huit stations aux deux extrémités de la zone de la surface du globe où les deux phases de l'entrée et de la sortie de la planète seront observables dans les meilleures conditions possibles. Cette zone, à peu près comprise entre les méridiens de 60° et 80° ouest, est limitée au nord par les États-Unis, et s'étend au sud jusqu'aux terres du pôle austral. Les quatre stations nord furent donc réparties sur la côte de *la Floride, la mer des Antilles et du Mexique.* Mais, dans l'hémisphère austral, les difficultés d'abordage des terres polaires des îles Shetland et Orcades, entourées de glaces et peu connues, ne permettant pas d'y chercher l'emplacement des stations, on dut remonter jusqu'au continent américain et choisir les points les plus rapprochés du cap Horn, tout en conservant entre eux une distance suffisante pour assurer les chances de réussite.

La position la plus favorable au point de vue astronomique eût été évidemment la pointe la plus australe du continent, l'îlot du cap Horn, mais là encore on fut arrêté par les mauvaises conditions climatologiques, qui, d'après les documents les plus certains, ne permettaient guère d'espérer plus de 10 ou 15 pour 100 de chances favorables de beau temps dans le mois de décembre.

Il fallut donc remonter encore plus au nord, et fixer définitivement à l'entrée de la rivière Santa-Cruz de Patagonie, par 50° de latitude, la station française la plus australe.

Mais cette décision d'abandonner le cap Horn n'en était pas moins extrêmement regrettable, car elle faisait perdre une minute et demie sur la durée de la différence des passages, déjà très faible entre les deux stations françaises les plus éloignées de la Floride et de la Patagonie. Elle n'est en effet que de quinze minutes, tandis qu'en 1874 cette différence, entre Saint-Paul et Pékin, était de vingt-deux minutes.

Il y aurait donc un très grand intérêt à profiter de l'heureuse circonstance de la présence d'une autre Mission scientifique, établie pendant un an au cap Horn pour l'étude de la Physique du globe, en donnant au personnel qui la compose la possibilité de faire l'observation du passage de Vénus, si le temps est favorable le 6 décembre; car, s'il n'était guère possible d'exposer à un échec très probable une de nos Missions principales, complètement organisées, on peut encore moins s'exposer à manquer une très importante observation pour l'unique motif d'économiser le prix de quelques instruments.

La Commission du passage de Vénus a donc été unanime à déclarer qu'il était indispensable de pourvoir la Mission scientifique du cap Horn des instruments nécessaires à l'observation du passage de Vénus.

§ 9.

Dans la séance du 12 juin, M. Angot a présenté à l'Académie un programme très détaillé des observations météorologiques et magnétiques à effectuer au cap Horn.

Il donne d'abord des instructions variées sur l'installation et le contrôle des instruments devant servir aux observations thermométriques, barométriques et hygrométriques; puis il traite, avec non moins de soin, les questions relatives aux observations magnétiques, à l'étude de l'électricité atmosphérique et à l'observation des aurores australes.

Le chef de l'expédition est M. le Commandant Martial. Il a sous ses ordres M. Courcelle-Seneuil, lieutenant de vaisseau, chef de la mission à terre, M. Payen, lieutenant de vaisseau, chef de la mission à terre, M. Lephay, lieutenant de vaisseau, chef de la mission à terre, M. Le Cannellier, enseigne. M. le Dr Hyades et M. le Dr Han sont spécialement chargés des recherches relatives à l'Histoire naturelle, et l'un des préparateurs du Muséum d'Histoire naturelle, M. Sauvinet, leur a été adjoint pour la formation des collections zoologiques et botaniques. Ces Messieurs se sont embarqués à bord de la *Romanche* et ont quitté le port de Cherbourg, le 15 juillet, pour se rendre au cap Horn, où ils resteront pendant plus d'une année.

§ 10.

Sur le dosage de l'acide carbonique de l'air à effectuer au cap Horn, par MM. A. Müntz *et* E. Aubin.

Suivant le désir exprimé par M. Dumas, dans la séance du 22 mars, et guidés par ses conseils, nous avons préparé le matériel nécessaire pour faire effectuer, par notre méthode, le dosage de l'acide carbonique de l'air pendant le séjour, au cap Horn, de la Mission scientifique.

Chacun des tubes étirés, contenant la ponce potassée, est renfermé dans un étui métallique dans lequel il est fixé par des rondelles de caoutchouc. Il est ainsi garanti contre les accidents qui pourraient en amener la rupture. L'étui est disposé de telle sorte qu'il est inutile d'en sortir le tube pour effectuer les prises d'air.

L'aspirateur est constitué par une pipette en tôle galvanisée de 150^{lit}, placée dans un réservoir rempli d'eau. On soulève cet aspirateur à l'aide de contre-poids qui règlent la vitesse d'écoulement de l'eau. Il se remplit automatiquement en redescendant, par son propre poids, dans le réservoir d'eau. La même eau sert indéfiniment, et la manœuvre est ainsi considérablement simplifiée.

Une conduite en tube d'étain amène l'air pris à distance.

Deux aspirateurs, représentant 300^{lit} d'air, suffiront pour chaque prise; ils permettront d'obtenir près de 90^{cc} d'acide carbonique : la précision sera donc suffisante.

M. le Dr Hyades, qui s'est chargé de faire ces opérations, s'est, au préalable, familiarisé avec le maniement de nos appareils. Il y a donc lieu de compter sur un résultat satisfaisant.

Les jours et les heures des prises à effectuer ont été déterminés d'avance; on pourra ainsi faire des prises simultanées dans d'autres stations.

Outre ces prises régulières, il en sera fait d'intercalaires, chaque fois que les phénomènes météorologiques rendront cette recherche intéressante.

M. le Dr Hyades emporte, en outre, des tubes de Regnault pour prélever des échantillons d'air normal et des gaz produits par les phénomènes volcaniques.

Concours général des Lycées de Paris et de Versailles.

Dans la séance officielle tenue comme d'ordinaire à la Sorbonne, le 2 août, le président (qui, en l'absence du Ministre, était M. le Conseiller d'État Zevort, directeur de l'Enseignement secondaire,) a distribué aux lauréats dont les noms suivent les médailles d'encouragement pour l'étude des

sciences, données par l'Association scientifique de France :

Prix de Physique, classe de Mathématiques spéciales : M. Merlin, élève du Collège Rollin.

Prix de Chimie, classe de Mathématiques spéciales : M. Bourgouin, élève du Lycée Saint-Louis.

Prix d'Histoire naturelle, classe de Philosophie : M. David, élève du Lycée Fontanes.

Prix de Mathématiques élémentaires : M. Bernheim, élève du Lycée Charlemagne.

M. Savorgnan de Brazza a la Sorbonne.

La Société de Géographie, dit le journal *la Nature,* a depuis longtemps inscrit sur le livre d'or des grands voyageurs le nom de M. Savorgnan de Brazza. Il y a six ans, dans une séance solennelle, elle lui décernait sa médaille d'honneur. M. de Brazza venait, au prix de mille dangers, de mille fatigues, d'explorer tout le bassin de l'Ogooué et de compléter les données fournies par les explorateurs qui l'avaient précédé, Marche, de Compiègne, etc. En compagnie de M. Ballay, médecin de la marine, du quartier-maître Hamon et de quelques tirailleurs indigènes, il avait pu suivre très loin le fleuve de l'Ogooué, pénétrer au delà, vers le Nord, et reconnaître le bassin de deux grandes rivières, l'Alima et la Licona. A son retour, il eut connaissance des résultats du voyage de Stanley sur le Congo, et vit que les deux rivières qu'il avait explorées devaient être des affluents de ce dernier fleuve. Il eut aussitôt la pensée de chercher de ce côté une route vers la partie navigable du Congo; depuis son embouchure jusqu'à 220^{km}, trente-deux cataractes rendent impossible toute navigation. C'est ce projet qu'il a mis à exécution dans l'expédition dont il est venu raconter l'histoire, le 23 juin, à la Sorbonne, en présence d'une assemblée très nombreuse.

Les résultats de l'expédition de M. de Brazza sont considérables. Une grande partie du Congo intérieur est pacifiée, et le roi Macoco, l'un des plus puissants de ces régions, est devenu l'allié et en quelque sorte le vassal de la France. Voici à peu près en quels termes M. de Brazza raconte sa touchante entrevue avec ce souverain :

« Quand le roi fut assis, le grand féticheur s'agenouilla, mit ses mains dans celles du monarque, s'inclina trois fois, et, se dirigeant vers moi, répéta la même cérémonie. Quand tous les grands chefs eurent imité le grand féticheur, la présentation était faite et l'entretien commença.

» Le roi m'adressa la parole : « Macoco est heureux de » recevoir le fils du grand chef blanc de l'Ogooué. Macoco

» reçoit bien les hommes qui viennent chez lui, non en guer-
» riers, mais en hommes de paix. »

» Dans ma réponse, je m'attachai à dissiper les craintes qu'avait fait naître le combat que ses sujets avaient livré à Stanley, et quand j'eus calmé les inquiétudes de cet homme qui ne connaissait les blancs que par la traite des nègres et les coups de fusil tirés sur le Congo, il me dit : « Je veux » faire la paix avec celui qui m'inspire confiance. »

» Il mit ensuite un peu de terre dans une boîte, et me la donnant : « Prends cette terre, porte-la au grand chef des » blancs, et dis-lui que nous lui appartenons. » Les chefs tributaires de Macoco acceptèrent la convention. Saisissant alors le pavillon tricolore, je le plantai devant le roi et m'écriai : « Voilà le signe de la paix conclue aujourd'hui. Il faut garder » et aimer le drapeau de la France, car la France sait faire » respecter les droits de tous ceux qui s'en couvrent. »

Établissement d'un Observatoire météorologique et magnétique sur la cote nord de la Sibérie.

Par l'initiative de la Société impériale géographique de Russie, et avec le concours des autres institutions scientifiques de Saint-Pétersbourg, un Observatoire météorologique et magnétique va être fondé aux bouches de la Lena. Récemment s'est mis en route M. Jurghens, l'observateur chargé d'occuper ce poste. Pour s'y rendre, il lui faudra au moins cinq mois de voyage; car, après un trajet de 6000^{km} en traîneau, il en parcourra 3000 en canot ou en barque pour descendre le fleuve de Kutchouya à Oust-Lena. Au bout d'une année de séjour à son Observatoire, il devra refaire la même route pour rentrer en Europe.

M. Jurghens est parti bien pourvu d'instruments et d'objets indispensables à la vie; mais nous n'en devons pas moins rendre hommage à son dévouement, car il aura sans doute à lutter contre les difficultés de toute espèce pour s'établir et vivre dans cette contrée inhospitalière.

L'Association scientifique a reçu les n°s 1 à 11 du journal *Ciel et Terre*, publié par les astronomes de l'Observatoire royal de Bruxelles.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

13 AOUT 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 124.

Renseignements sur divers travaux d'utilité publique projetés ou en voie d'exécution.

§ 1.

Mer intérieure dans l'Afrique française. — Le projet de M. le commandant Roudaire, relatif à l'introduction de la mer dans le grand bassin des chotts du sud de la Tunisie et de la partie orientale du Sahara algérien ([1]), a été soumis dernièrement à l'examen d'une commission spéciale présidée par le Ministre des Affaires étrangères et composée d'un nombre considérable d'ingénieurs, de militaires, d'administrateurs et de divers savants dont il était désirable de connaître l'opinion au sujet de l'influence probable de cette opération sur le climat, l'agriculture, l'état sanitaire de cette partie de l'Afrique, ainsi que sur le coût de l'opération et sur les avantages qui pourraient en résulter sous le rapport commercial et politique. La commission s'est divisée en plusieurs sous-commissions pour étudier attentivement chacune des questions soumises à son examen et, tout en rendant pleine justice à M. Roudaire, quant à la valeur des travaux géodésiques de ce savant officier et au zèle infatigable qu'il a déployé dans l'accomplissement des missions qui lui avaient été confiées, elle a cru devoir ne pas émettre un avis favorable à l'exécution de son projet, car elle pense que, d'une part, la dépense nécessaire pour amener les eaux du golfe de Gabès dans les chotts submersibles serait beaucoup plus considérable que ne le suppose M. Roudaire et que, d'autre part, les avantages à espérer de cette inondation ne seraient pas très importants.

Pour conduire l'eau de la mer dans le bassin du chott Rharsa et du chott Melrhir, il ne suffirait pas de couper le seuil de Gabès et le seuil de Kriz, il faudrait creuser un canal

([1]) Voyez le *Bulletin hebdomadaire*, n°s 90 et 91 (18 décembre 1881).

navigable ayant environ 200km de long, 30m de large et 14m de profondeur; le remplissage, dans ces conditions, nécessiterait au moins dix ans, et la surface de la mer intérieure ne serait pas à beaucoup près aussi étendue qu'on l'avait supposé au premier abord. D'après l'avant-projet dressé par M. Roudaire, la dépense totale de l'opération ne serait que d'environ 75 millions, mais le rapporteur de la sous-commission des ingénieurs estime qu'elle serait au moins d'environ 800 millions, et qu'en tenant compte des intérêts des capitaux engagés pendant les dix années que durerait le creusement du canal il convient d'évaluer à 1300 millions le coût de l'opération.

M. Roudaire n'admet pas ces évaluations et, tout en reconnaissant que la dépense, pour l'établissement de la mer intérieure, serait plus considérable qu'il ne l'avait pensé de prime abord, il persiste à croire qu'une Compagnie industrielle, dont il représente les intérêts, se chargerait de l'opération sans recevoir de l'État aucune subvention pécuniaire, pourvu qu'une certaine concession de terrains sur le pourtour du canal et du bassin submergés lui fût accordée par le gouvernement.

Néanmoins la commission a été d'avis qu'il n'y avait pas lieu d'encourager la réalisation du projet d'établissement d'une mer intérieure dans la région des chotts submersibles. Il est donc probable que ce projet ne sera pas réalisé, la dépense paraissant être beaucoup trop considérable pour être justifiée par les avantages présumables.

§ 2.

Les travaux préparatoires du chemin de fer sous la Manche, d'après MM. Daubrée *et* Raoul Duval (1). — Les travaux du tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre ont commencé par la reconnaissance exacte et détaillée du fond de la mer, et par les études purement géologiques des côtes au moyen de sondages sur la terre ferme, pour vérifier la nature, l'épaisseur et l'inclinaison des couches et leurs conditions aquifères.

Depuis 1879 on contrôle les données scientifiques, on prépare l'exécution du tunnel en expérimentant sur des galeries à petites sections les machines et outils à employer. De grandes améliorations ont été réalisées dans l'outillage depuis les percements du mont Cenis et du Gothard; nous ne parlerons pas de la machine anglaise de M. Brunton, que M. Delesse a fait connaître, mais de la machine du colonel du génie Beaumont, laquelle perfore à la façon d'une gigantesque tarière une galerie parfaitement cylindrique de 2m,14

(1) *Revue scientifique* du 8 juillet.

de diamètre sans employer de poudre ou d'agents explosifs qui compromettent la sécurité des ouvriers et causent des ébranlements qui ici établiraient des communications avec les couches aquifères voisines.

L'outil de la machine Beaumont consiste en une sorte de T dont la croix porte une série de couteaux disposés comme les crochets de tours ou de machines à raboter. La longueur de cette croix est égale à celle du diamètre de la galerie à creuser. La tige T, long arbre d'acier très puissant, reçoit son mouvement rotatoire d'une série d'engrenages ralentissant successivement le mouvement pris à l'origine sur l'arbre manivelle d'une machine à deux cylindres conjugués, mise elle-même en mouvement par deux atmosphères d'air comprimé. Le mouvement rotatoire est accompagné d'un mouvement de translation en avant et en arrière, dû à un système hydraulique analogue à celui des ascenseurs de nos habitations.

Cette machine, pour se déplacer facilement par le système hydraulique, se compose de deux parties : l'inférieure, qui consiste en un segment de chaudière de forte tôle et d'un rayon approchant de celui de la galerie, constitue une sorte de berceau portant des glissières sur lesquelles se meut la partie supérieure, puissant bâti de fonte qui porte tout le mécanisme. Lorsque l'on introduit l'eau par une petite pompe dans le corps cylindrique, le piston étant relié au berceau, qui lui-même repose sur le sol de la galerie, c'est le corps cylindrique et le bâti de la machine reliés ensemble et faisant corps avec lui qui, sous l'effort de la pression, s'avancent sur les glissières en appuyant contre le front de taille de la galerie les outils découpeurs.

Les débris de la roche sont relevés par de vastes cuillers formées par deux évidements réservés dans la branche du T qui constitue le porte-outil. Ces cuillers, dans leur mouvement de rotation, se vident dans une chaîne de godets qui, en passant dans le corps cylindrique, formant berceau et prenant son mouvement par un engrenage conique sur l'arbre de la manivelle, vient jeter les déblais en arrière de la machine, dans des wagonnets disposés à cet effet.

Lorsque l'outil a parcouru $1^{m},37$, on arrête quelques instants, pour soulever tout l'appareil avec une combinaison de crics appropriés; en faisant agir la pression de l'eau sur l'autre face du piston, le berceau est entraîné à son tour par rapport au bâti immobilisé sur les crics, et il vient reprendre sous l'action de la pompe sa place originaire. Les crics sont alors soulagés et l'appareil est prêt pour un nouvel avancement. Toute cette manœuvre, fort simple, n'exige que quelques courts instants.

La distribution d'air est calculée pour donner à l'arbre manivelle une vitesse normale de cent tours par minute, et à l'outil lui-même celle d'un tour et demi; le mouvement hydraulique calculé pour produire un avancement de près de $0^m,02$ par minute, en rapport avec la dureté de la craie grise où les galeries doivent être percées. Dans ces conditions de marche, l'avancement de la galerie, en déduisant le temps des manœuvres pour remettre la machine en fonctionnement à chaque distance de $1^m,37$, serait au maximum de 1^m par heure, ce qui est déjà un très beau résultat. La machine qui travaille du côté anglais, moins perfectionnée, atteint cependant des avancements de 15^m par vingt-quatre heures, ou $0^m,60$ par heure.

La forme parfaitement cylindrique et à parois unies que produit la perforation par la machine Beaumont donne aussi l'avantage de pouvoir facilement isoler la galerie des suintements par l'emploi d'un revêtement en fonte formé d'anneaux ayant exactement le diamètre de la galerie. Ces anneaux, hauts de $0^m,30$, sont divisés en cinq segments, consolidés par dix nervures à travers lesquelles passent des boulons qui réunissent les segments entre eux, et chaque anneau à l'anneau voisin.

Lorsqu'une fissure laissant passer l'eau est rencontrée, on pose un ou plusieurs anneaux de fonte, de manière à la masquer. La pose d'un anneau se fait en plaçant d'abord les quatre premiers segments, le cinquième formant clef; les boulons tendent pour celui-là à le séparer du segment voisin, en appuyant fortement tout l'anneau contre la roche par son expansion même. Quand les sources sont un peu fortes et que l'eau jaillit avec une certaine vitesse, on a employé avec succès un mastic au minium qu'on place entre les segments de la roche et qui est comprimé à la façon d'un joint à eau. Si la fissure est très oblique à la direction de la galerie, on est parfois obligé d'accoler plusieurs anneaux à la suite les uns des autres, de manière à former un véritable cuvelage horizontal dont les extrémités doivent atteindre la roche compacte et non fissurée. Une demi-heure suffit pour poser un anneau complet.

Les études géologiques, du côté français, constatent un léger bombement des couches au lieu dit *les Quénocs*. Ce bombement fait que leur inclinaison, qui dans le détroit se dirige vers le N.-N.-E., se trouve, le long de la falaise du Blanc-Nez, tournée vers le S.-E., et que la pente qui, en suivant la première orientation, est d'environ $0^m,05$ par mètre, se trouve portée à $0^m,09$ dans la seconde. Pour constater dans quelles conditions ce bombement avait pu modifier l'état des bancs formant la base de la craie de Rouen, l'Association

française a foncé, près de Sangatte, deux puits d'une profondeur de 89^{m}, qui ont rencontré le gault à 59^{m} au-dessous du zéro hydrographique (plus basses mers de Calais).

Le fonçage de ces puits, dont l'un a 5^{m},40 de diamètre, a démontré que toute la craie blanche et la partie supérieure de la craie de Rouen sont très aquifères : dans un seul des puits on avait 7500^{lit} à la minute. Il serait impossible de percer le tunnel de ces couches : on a dû isoler les puits de ces couches aquifères. Au contraire, la base de la craie de Rouen ne laisse passer que très peu d'eau. C'est dans cette partie que le tunnel devra être percé, les études géologiques ayant montré que la couche paraissait se poursuivre sans discontinuité ni fracture de France en Angleterre.

Les eaux pénétrant dans les travaux sont douces et de bonne qualité; à la partie supérieure seulement, on a trouvé quelques filets légèrement salés. Néanmoins, la communication des nappes aquifères avec la mer est rendue évidente par l'oscillation du niveau de l'eau dans les puits selon la marée et par l'augmentation à marée haute.

L'Association française, pour mieux connaître la couche praticable, a commencé des galeries destinées à s'avancer sur la mer en contournant le bombement des Quénocs.

Du côté anglais, la compagnie du South-Eastern Railway, qui n'a cessé de se tenir en rapport avec l'Association française, en se basant sur les indications géologiques que celle-ci s'est empressée de lui fournir, a commencé, à Shakespeare-Cliff, entre Folkestone et Douvres, un puits de 47^{m} de profondeur, tout entier dans la craie de Rouen. Les quinze premiers mètres, situés au-dessus de la mer et du bord de la falaise, se trouvent naturellement drainés; les trente-deux autres mètres sont dans la partie qui, peu aquifère du côté français, a été rencontrée tout à fait imperméable. Grâce à cette heureuse circonstance, on a pu commencer au fond du puits, à 29^{m} du zéro hydrographique français, une galerie s'avançant sous la mer en suivant dans la couche une pente à peu près régulière de 12^{mm},5 par mètre.

La couche du côté anglais, un peu plus puissante que du côté français, présente une très grande régularité; aussi a-t-on pu tracer facilement une galerie de 1800^{m} à partir du puits, dont 1400^{m} environ sous la haute mer, sans aucune venue d'eau pour ainsi dire. La masse est presque sèche et dégage même de la poussière sous le choc des outils; quant aux légères venues d'eau qu'on observe, elles ont toutes le caractère de petites sources sortant des joints de fractures ou diaclases que l'on rencontre de temps à autre.

En raison de la pente suivant laquelle descend la galerie anglaise, son extrémité était arrivée récemment à 51^{m} au-

dessous du zéro hydrographique dans un point où la hauteur de la mer à marée basse est de 5m. Il restait donc 46m d'épaisseur de craie entre le sol de la galerie et le fond de la mer. Ce sera sensiblement à la même cote qu'arrivera, après 1500m, la galerie partant du fond du puits français et se dirigeant en montant pour étudier le bombement des Quénocs, tout en devant plus tard servir comme galerie d'écoulement à l'assèchement du grand tunnel.

Il est possible de rendre compte, par ce qui précède, de la facilité relative de l'entreprise; on croit même que dans trois ans les mineurs des deux nations pourront se rencontrer sous la Manche. N'est-il véritablement pas déplorable, au moment où l'on aperçoit la réalisation d'un progrès gigantesque auquel on n'aurait pas cru il y a seulement quinze à vingts ans, de voir que ce travail, qui ne sera rien moins qu'une merveille due à la science et à des travaux pacifiques, est arrêté par l'ordre du gouvernement anglais qui cède aux craintes pusillanimes de lord Dunsany et du parti militaire anglais ? Nous espérons bien que l'ordre de M. Gladstone d'arrêter les travaux sera bientôt remplacé par un encouragement à les activer. Il est d'autres moyens pour une grande nation comme l'Angleterre de se mettre à l'abri d'un coup de main : une crainte chimérique ne peut arrêter les progrès de la civilisation et de l'humanité.

§ 3.

Le tunnel de la Mersey. — Nous trouvons dans le dernier cahier de la Société de Géographie de Marseille les renseignements suivants, sur un travail considérable qui s'exécute en ce moment sous la Mersey, en face de Liverpool.

Cette rivière sépare deux grandes provinces industrielles, le Lancashire et le Cheshire. Son embouchure est un centre commercial de la plus haute importance, et depuis longtemps on songeait à y relier les deux rives par un chemin de fer. Ce chemin de fer, qui rendra inutiles les transbordements de marchandises, sera probablement ouvert dans le courant de 1883. Le tunnel qui passe sous la Mersey a une longueur totale de 1600m. Il est entièrement creusé dans une couche de grès rouge; le plafond laissé entre le sommet de la voûte du tunnel et le lit de la rivière a de 7m,50 à 8m. Ce travail, y compris tous les frais, ne coûtera pas plus de 22 millions.

§ 4.

Percement d'un isthme en Angleterre. — Entre le canal de Bristol et l'estuaire de l'Exe, la presqu'île de Cornouailles, de Bridgewater à Exeter, est reliée au reste de l'Angleterre par un isthme étroit. Il s'agit de percer cette langue de terre par

un canal qui, abordable aux navires du plus fort tonnage, mettrait les ressources des mines de houille et de fer du midi de la principauté de Galles, de Cardiff par exemple, à la portée de Londres et des ports français.

Ce canal abrégerait de 250 milles le trajet entre les ports de la Severn et de la Tamise. Ce n'est pas la première fois qu'il est question de creuser ce canal. Dès 1828 un bill avait été voté pour la construction de cette voie navigable.

§ 5.

Percement de l'isthme de Corinthe. — Les travaux pour le percement de l'isthme de Corinthe, sous la direction du général Turr, ont été inaugurés le 5 mai, en présence de S. M. le Roi des Hellènes. On sait que le seuil à percer a une altitude moyenne de 45^m. L'isthme, qui a 6342^m de longueur, présente 2732^m de terrain d'alluvion et 3700 environ de grès ou de calcaire. Des eaux tranquilles et profondes sont facilement atteintes à 200^m du rivage.

On calcule que ce percement, qui sera terminé avant quatre ans, coûtera 30 millions. On évalue à 5880000 tonneaux le tonnage qui empruntera ce canal, qui abrégera de 180^{km} la route vers Constantinople, pour les navires venant de la Méditerranée occidentale, et de 342^{km} pour les navires venant de l'Adriatique.

§ 6.

Projet de percement d'un tunnel dans les Pyrénées. — La chaîne des Pyrénées, qui sépare la France de l'Espagne, est traversée à son extrémité occidentale, à Irun, par la voie ferrée qui va de Bayonne à Madrid, et à l'extrémité orientale, vers Port-Vendres, par celle qui va de Perpignan à Girone et Barcelone.

Il en résulte qu'à part la Catalogne d'un côté et les provinces basques de l'autre, la Biscaye, Alava, Guipuzcoa, tout le reste de l'Espagne est dépourvu d'une communication ferrée directe avec la France.

Cet état de choses, si préjudiciable aux intérêts français et espagnoles, va cesser. Voici ce que nous en apprend notre collègue M. Simonin :

« Les Espagnols, après mûr examen, ont donné la préférence au col de Canfranc, et les Cortès viennent de voter un projet de loi tendant à la création d'une ligne ferrée de Huesca, embranchement de la ligne de Saragosse, à la frontière française.

Cette ligne passerait par Ayerbe, Caldearenas, Jaca et Canfranc, et se souderait à Somport, par un tunnel à travers les

Pyrénées, à la ligne d'Oleron à Bédous, qui serait prolongée jusque-là.

La loi votée par les Cortès a été promulguée le 2 janvier dernier.

La ligne de Canfranc y est déclarée d'intérêt général. La concession sera donnée par voie d'adjudication publique; la subvention sera de 50000 francs par kilomètre, et le Ministre d'État et celui de l'Intérieur sont autorisés à conclure une convention avec la France en vue de la construction et de l'exploitation du tunnel international.

L'Espagne prendra à sa charge la moitié de la longueur de ce tunnel.

Le Ministre de la Guerre sera appelé en France à donner son avis sur ce tracé; mais il est probable que cet avis sera favorable, car la vallée d'Aspe est une des vallées pyrénéennes qui sont le plus faciles à défendre, et elle est déjà des mieux défendues.

En Espagne, les militaires sont favorables à ce projet. Il y avait bien quelques vieilles moustaches qui ne voulaient à aucun prix d'un tunnel à travers les Pyrénées, comme le parti des officiers en Angleterre ne veut, à cette heure, en aucune façon, d'un tunnel sous la Manche. Les récalcitrants se sont déjà tus en Espagne; ils se tairont aussi en Angleterre.

Par la voie dont nous parlons, on ouvrira surtout à la France le débouché de l'Aragon, dont les produits agricoles, les céréales, les bois, les vins, les huiles, la soie, les laines, le bétail et une partie des richesses souterraines, le fer, le charbon entreront très commodément chez nous. De notre côté, nous enverrons par là, avec économie, nos produits manufacturés, les tissus, les machines, la quincaillerie, les conserves, pour lesquels nous n'aurons plus à craindre la concurrence des Anglais et des Allemands.

De tous ces échanges naîtra pour l'un et pour l'autre pays, un grand développement d'affaires que la muraille des Pyrénées avait jusqu'ici empêché. Une partie de la Catalogne, de la Navarre et de la Vieille-Castille participeront aussi, d'ailleurs, à ces échanges directs.

Ce n'est pas tout : Madrid, qu'on ne peut maintenant rejoindre de Paris que par une voie pour ainsi dire détournée, sera rapproché de 100^{km} de la capitale de la France, et, en outre, notre grande possession africaine sera aussi plus facilement rejointe par le nouveau chemin de fer, qui raccourcira de même la distance entre Valence, Carthagène et Paris : or Carthagène est à quelques heures d'Oran.

Ce qu'il faut avant tout aujourd'hui, c'est de réunir ainsi les nations par le ruban de fer qui les lie non moins bien que tous les traités de paix et de commerce. (*Loc. cit.*)

§ 7.

Tunnel du Saint-Gothard. — Voici quelques nouveaux détails qui complètent les renseignements que nous avons donnés dans un précédent numéro du *Bulletin* sur cette grande voie internationale.

Depuis Fluëlen, port extrême du lac des Quatre-Cantons, jusqu'à Goeschenen, la ligne ferrée a la même pente et le même tracé que la route.

Arrivé là, tandis que la route de terre continue par de nombreux lacets, le chemin de fer pénètre dans le grand tunnel de 14950^{m}; jusqu'à ce jour, c'est le plus grand ouvrage du genre que l'on connaisse.

L'entrée du tunnel est à 1063^{m} au-dessus de la mer. (Le point culminant de la route de terre est à 2114^{m}.)

La sortie du tunnel est à Airolo, village voisin du Tessin, dont on ne cesse plus de suivre le cours jusqu'à la frontière italienne.

A Bellinzona, le chemin de fer se bifurque.

La première branche va longeant la rive ouest du lac Majeur, tandis que l'autre, la plus importante, se dirige sur Lugano, dont elle coupe le lac vers l'extrémité méridionale, puis sur Côme, où elle se rattache au réseau de la Lombardie.

Du côté suisse, le raccordement avec les lignes de Bâle et Zurich s'effectue par les lignes de Zug à Schwiss et de Lucerne à Immensée, en longeant le massif du Righi et en traversant sous tunnel le célèbre éboulement de Goldau.

Pour entretenir ce dernier ouvrage d'art, il faudrait certes de grands sacrifices; mais les principales difficultés apparaîtront dans l'exploitation de la ligne du massif du Saint-Gothard proprement dit.

Sur les 123^{km} de parcours que mesure la ligne entre Fluëlen et le lac Majeur, on compte, en effet, onze tunnels, dont trois percés en courbe et dans des terrains où bien des obstacles n'ont pu être complètement vaincus.

Ajoutons que ce chemin de fer est un véritable chemin de montagne, avec de fréquentes courbes de 300^{m} à 400^{m} de rayon et des pentes de 25^{mm} presque continues. En effet, la voie, qui à Altorf est à 504^{m} au-dessus de la mer, s'élève successivement jusqu'à 1152^{m} (au centre du tunnel) pour redescendre à 721^{m} peu après la sortie du côté italien.

On dit que le chemin de fer de Sceaux peut seul donner une idée des zigzags capricieux de cette ligne à sa sortie du tunnel. C'est ainsi qu'à deux reprises différentes, devant Chironico, et près de Faido, la voie se retourne sur elle-même en forme de 8.

Aussi ne pourra-t-on marcher qu'à raison de 25^{km} à l'heure,

ce qui fait qu'on mettra de quinze à seize heures pour aller de Bâle à Milan. Inutile de dire que, pour les marchandises, les frais de traction seront très considérables, ce qui augmentera forcément les tarifs et permettra aux chemins de fer français de lutter avantageusement contre la concurrence du fameux tunnel.

L'ouverture du chemin de fer du Saint-Gothard n'entraînera pas la suppression du célèbre hospice situé sur le sommet du massif, entre Hospithal et Airolo, à 2232ᵐ d'altitude. Il vient d'être décidé qu'il resterait ouvert toute l'année aux touristes ainsi qu'aux nombreux voyageurs qui font à pied la route de Suisse en Italie. La fermeture de l'hospice du Saint-Gothard aurait été, dans bien des cas, pour ceux qui ne peuvent payer le prix du transport d'Airolo à Goeschenen, une véritable sentence de mort.

Dans ces régions nues et désolées, l'hiver dure neuf mois, et le voyageur qui suit la route du Saint-Gothard n'y trouve d'autre refuge que l'hospice. C'est un vaste bâtiment construit aux frais du canton du Tessin, entouré de plusieurs maisons. Il est desservi par des Pères capucins.

Non loin de l'hospice on rencontre le lac de Luzendro, où la Reuss prend sa source, les lacs appelés du Saint-Gothard, et le Tessin qui descend du lac Stella en formant plusieurs cascades dans la gorge sauvage du Tremola (la vallée tremblante), où les avalanches ont fait tant de victimes.

D'après une statistique qui vient d'être publiée, 15730 personnes ont trouvé, en 1881, abri et secours à l'hospice du Saint-Gothard, 58503 rations ont été distribuées, 3956 voyageurs y ont été logés, et on y a soigné 123 malades. Quant au nombre des touristes qui l'ont visité l'année dernière, il est presque aussi élevé qu'au grand Saint-Bernard.

C'est le 21 mai qu'a eu lieu l'inauguration officielle du tunnel.

§ 8.

Tunnel sous le Saint-Laurent. — C'est près de Montréal que doit être percé ce tunnel sous-fluvial, qui aura plus de 3^{km} de longueur et qui réunira les deux rives du fleuve et servira au passage d'un chemin de fer : ce tunnel, qui sera, dit-on, livré à la circulation dans trois ans, coûtera 18 millions de francs.

§ 9.

Projet de percement d'un tunnel sous-marin entre l'Italie et la Sicile. — Encouragés par le succès des travaux préliminaires du tunnel du Pas-de-Calais, les ingénieurs italiens se préoccupent beaucoup d'un projet tendant à établir une communication sous-marine à travers le détroit de Messine. M. Gabelli,

membre de la Société vénitienne de construction, a fait dernièrement à Rome une conférence sur ce sujet, et propose de mettre ainsi le chemin de fer d'Eboli à Reggio en communication directe avec la ligne de Messine à Palerme, mais les études géologiques nécessaires pour nous éclairer relativement à la praticabilité de ce percement ne paraissent pas encore avoir été faites d'une manière suffisante.

On trouve dans le journal *l'Exploration* du 20 juillet des détails intéressants sur cet avant-projet.

§ 10.

Canal de jonction du lac Ontario et du lac Érié. — On a livré à l'exploitation, en 1881, le canal destiné à mettre en communication directe les lacs Ontario et Érié, dans le Canada. L'établissement de ce canal, qui a coûté plus de 60 millions de francs, a eu pour objet d'établir une navigation régulière entre ces deux lacs, malgré la différence de niveau qui correspond à la chute du Niagara.

Le canal de Welland est alimenté par une dérivation des eaux du Grand River. Sa longueur totale, depuis Port Dalhousie jusqu'à Port Colborne, est de 42^{km}; la différence de niveau entre ces deux points est rachetée par 25 écluses, qui ont 81^{m} de longueur, $13^{m},50$ de largeur et $4^{m},20$ de tirant d'eau. Il paraît appelé à faire une sérieuse concurrence aux chemins de fer qui transportaient les produits de cette riche contrée dans les ports de l'Atlantique et à l'embouchure du fleuve Saint-Laurent.

§ 11.

Rapport relatif au projet d'établissement d'un canal maritime de l'Océan à la Méditerranée, par M. VAROY, *Ministre des Travaux publics.* — Une société d'études, contituée sous la présidence de M. le sénateur Duclerc, a présenté à l'administration des travaux publics, il y a deux ans, un avant-projet, dressé par M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Godin de Lépinay, pour l'établissement d'un grand canal maritime de l'Océan à la Méditerranée

D'après cet avant-projet, le canal entre Bordeaux et Narbonne aurait 407^{km} de longueur, $8^{m},50$ de tirant d'eau, une largeur au plafond de 56^{m} en simple voie et de 80^{m} en double voie. Il comporte 61 écluses, rachetant une pente totale de 304^{m}, dont 152 à la montée et autant à la descente. La dépense est évaluée par l'auteur du projet à 550 000 000 de francs.

Le canal projeté serait ouvert aux plus gros vaisseaux de la marine militaire. Il leur épargnerait les difficultés du passage par le détroit de Gibraltar, et permettrait, en cas de guerre, la réunion de nos flottes dans l'une ou l'autre mer, en dehors

de toute atteinte de l'ennemi. Partant de Bordeaux, il aboutirait à un point du littoral méditerranéen vers Narbonne.

A l'État seul incomberait la tâche d'assurer les débouchés dans chacune des deux mers. Quant au canal proprement dit, il pourrait être exécuté soit par l'État, soit par une compagnie, à laquelle serait accordée une garantie d'intérêts sur les fonds du Trésor.

Une commission mixte, composée de sept inspecteurs généraux des ponts et chaussées, d'un vice-amiral, d'un contre-amiral, d'un ingénieur-hydrographe et d'un ingénieur des mines, a été constituée en 1880 pour l'examen de cet important projet.

Dès ses premières séances, elle a reconnu que la question des débouquements du canal dans chacune des deux mers était tout aussi importante que celle du canal lui-même, et, afin d'apprécier les difficultés du problème à résoudre, elle a cru devoir se transporter sur les lieux, en étendant sa visite non seulement aux points où pourraient être établis les débouchés du canal, mais aussi à tous ceux qui pourraient servir d'abri aux vaisseaux sortant du canal ou devant y pénétrer.

Dans un rapport très développé, la commission a rendu compte de son exploration et a consigné les résultats de l'examen attentif qu'elle avait fait du projet; elle a déclaré que les évaluations étaient insuffisantes, que le canal proprement dit ne coûterait pas beaucoup moins de onze cent millions, et qu'en ajoutant à ce chiffre une somme de trois cent soixante-quinze millions pour les débouquements, l'ensemble de l'entreprise atteindrait vraisemblablement un milliard et demi (1 500 000 000^{fr}).

La commission s'est divisée sur les conclusions à soumettre à l'administration.

La majorité a admis qu'au point de vue technique le projet ne rencontrait pas d'obstacles insurmontables; mais il lui a paru qu'en présence des considérations d'ordre élevé que faisait valoir l'auteur du projet, elle n'avait ni les moyens ni les pouvoirs d'émettre un avis définitif, pas plus que de proposer une fin de non-recevoir.

Dans cet état de choses, elle a conclu à un supplément d'instruction, qui pourrait être fait au moyen d'enquêtes, d'informations aussi étendues que possible et portant sur les résultats qu'on peut attendre de l'ouverture du canal, aussi bien au point de vue de la puissance maritime et militaire de la France qu'au point de vue de ses intérêts commerciaux.

La minorité de la commission, tout en rendant hommage à la pensée patriotique qui a inspiré le projet d'un canal maritime de l'Océan à la Méditerranée, s'est prononcée contre la prise en considération de ce projet.

Un de mes prédécesseurs, M. Sadi Carnot, saisi du rapport de la commission, décida, conformément au vœu de la majorité, qu'il serait procédé à un complément d'informations.

En conséquence, les conseils généraux, les chambres de commerce et les chambres consultatives des arts et manufactures ont été consultés sur la question de savoir si l'utilité de l'œuvre serait en rapport avec la dépense considérable à laquelle sa réalisation donnerait lieu.

Les réponses de 70 conseils généraux de 42 chambres de 12 comités consultatifs des arts et manufactures sont parvenues à l'administration.

Les avis émis sont très partagés, les uns entièrement favorables, les autres absolument contraires. Un assez grand nombre des assemblées consultées ont cru devoir s'abstenir, faute de renseignements suffisants. D'autres, enfin, ont demandé que la question fût portée devant les Chambres.

Cependant les auteurs et les promoteurs du projet avaient vivement contesté les chiffres d'évaluation de la commission. Ils affirmaient la véracité de chiffre de 550 millions mis par eux en avant pour le coût du canal proprement dit, c'est-à-dire non compris les débouquements, qu'ils avaient toujours, du reste, entendu laisser à la charge de l'État et qu'ils n'avaient jamais, pour ce motif, fait figurer dans leurs calculs.

La Commission fut, en conséquence, invitée à se réunir de nouveau pour reviser, s'il y avait lieu, ses estimations. Après vérification, elle a maintenu son premier chiffre, 1 500 millions, comprenant 400 millions environ pour les débouchés à la mer.

Suivant elle, l'élévation de la dépense tient surtout aux dimensions exceptionnelles adoptées pour le canal, et par conséquent pour tous les ouvrages qui en dépendent; elle tient aussi aux soins qu'exigera la confection de digues latérales, qui auraient parfois jusqu'à 18^m de hauteur d'eau à supporter, et jamais moins de $8^m,50$, constituant, pour ainsi dire, des barrages dont la rupture aurait les plus effroyables conséquences pour les riches et populeuses vallées traversées.

C'est à ce degré d'instruction que j'ai trouvé le projet en prenant possession du Ministère des Travaux publics.

En l'état, il ne m'a pas paru susceptible d'être soumis à l'enquête du titre 1er de la loi du 3 mai 1841, qui eût engagé l'administration dans la voie de la déclaration d'utilité publique.

L'énorme écart du simple au double existant entre les évaluations en présence doit faire l'objet de nouvelles vérifications.

D'autre part, l'entreprise, par la gravité des questions qu'elle soulève et par l'importance des sacrifices qu'elle impo-

serait au Trésor, dépasse les limites d'attributions d'un département ministériel et atteint la hauteur d'un intérêt gouvernemental.

C'est ce qu'a pensé le Conseil des Ministres, et c'est pour me conformer à sa décision que j'ai l'honneur de vous proposer, monsieur le Président, la nomination d'une commission extra-parlementaire dans laquelle prendraient place, à côté de membres des deux Chambres, les représentants les plus autorisés des Ministères et un certain nombre de membres étrangers aux administrations publiques.

Cette commission serait chargée d'élucider les questions politique, économique, financière et technique que soulève l'œuvre colossale dont il s'agit et de formuler son opinion sur la suite que comporte la proposition de M. le sénateur Duclerc.

Conformément aux conclusions du rapporteur, une commission spéciale, chargée de l'étude de ce projet, a été instituée par décret en date du 10 juin dernier.

§ 12.

Le canal du Rhône à Marseille. — Le canal projeté part de l'avant-port Nord du port de Marseille; il suit la côte en mer jusqu'à la pointe de la Lave, à 600^m environ à l'ouest du débouché du vallon du Riau; il s'engage alors en souterrain sous la chaîne de montagnes de l'Estaque et se dirige vers les terrains bas qui avoisinent l'étang de Bolmon; il atteint ces terrains à 300^m environ à l'ouest de la station du chemin de fer de Marignane. Là, le tracé change de direction; il s'infléchit à l'ouest, traverse l'étang de Bolmon et vient déboucher dans l'étang de Berre à l'anse de la Mède. Il suit le bord de l'étang de Berre jusqu'à Martigues, traverse cette ville suivant le canal du Roi et rejoint le Canal maritime, qu'il emprunte jusqu'à Bouc.

A partir de Bouc, il emprunte encore le Canal de navigation d'Arles jusqu'au Galegeon, et, une fois qu'il a dépassé le pont à clapets établi pour la traversée de cet étang, il va droit au Rhône par le chemin le plus court et aboutit à la prise d'eau de Bras-Mort.

La longueur du tracé, mesurée à partir de la limite septentrionale du bassin de la Madrague, est de 54476^m. Le canal est construit en mer sur une longueur de 16134^m, dont 5444^m dans le golfe de Marseille et 10699^m dans les étangs de Berre et de Caronte. Il est en souterrain sur 7385^m et à ciel ouvert sur 47091^m.

De Marseille au tunnel de Rove le canal sera établi en mer; les travaux à exécuter consistent presque exclusivement en une jetée sensiblement parallèle à la côte.

Cette jetée partira de l'alignement prolongé de la passe de la Pinède et fermera l'anse de la Madrague, qui sera transformée en bassin fluvial. Elle sera construite en enrochements naturels. On n'a prévu de revêtements artificiels que sur trois points qui paraissent le plus menacés. Cette jetée sera percée, dans les environs de l'Estaque, de deux ouvertures destinées à permettre aux bateaux borneurs et aux embarcations d'entrer dans le canal, ou d'en sortir, sans être obligés de venir jusqu'à Marseille.

Le tunnel du Rove, d'une longueur de 7385^{m},46, sera revêtu en maçonneries de moellons. La largeur du souterrain au niveau et au-dessus du chemin de halage est de 22^{m},50. Entre la clef de la voûte et le niveau des plus hautes eaux, la distance mesurée verticalement sera de 12^{m},10.

De ce tunnel aux écluses de Marignane, on n'aura à construire qu'un seul ouvrage d'art, un pont fixe à poutres droites, en tôle, pour le passage du chemin de fer du Pas-des-Lanciers à Martigues et de la route départementale d'Aix à Martigues.

Les écluses de Marignane sont doubles : la grande écluse, qui aura 16^{m} de débouché et 160^{m} de longueur utile, et une petite écluse de 8^{m} de largeur et de 38^{m},50 de longueur utile.

Les jetées du port de la Mède et du Canal dans l'étang de Berre seront construites exclusivement en enrochements naturels. Dans l'anse de la Mède, on accédera au canal par une passe de 20^{m} de largeur, sur laquelle sera jetée une passerelle mobile.

Dans la traversée de Martigues, on aura à construire un pont tournant pour voie charretière en remplacement du pont fixe du Roi; une passerelle fixe de halage sur l'ouverture laissée dans la jetée à l'est de ce pont pour le passage des embarcations; une autre passerelle fixe sur le canal du Pontet; enfin, une passerelle de halage mobile sur le canal maritime à l'entrée du port.

La digue à construire dans l'étang de Caronte, au sud du canal maritime, sera percée de trois ouvertures pour le passage des embarcations.

Le raccordement à Bouc du canal venant du Rhône se fera par le bassin Aubran, qu'on agrandira à cet effet.

Les écluses de Bouc présentent exactement les mêmes dispositions que celles de Marignane; elles porteront un pont tournant pour le passage de la route et probablement des voies de fer qui iront desservir les quais projetés dans la région ouest de la rade de Bouc.

Des écluses de Bouc à celles du Rhône, on ne compte que deux ouvrages d'art un peu importants : un pont tournant à Fos sur l'emplacement du pont-levis qui existe actuellement et un grand pont tournant non loin du Rhône, pour le passage

du chemin de fer et de la route reliant Saint-Louis à Arles.

Les écluses de Bras-Mort ont les mêmes dimensions utiles que celles de Marignane et de Bouc.

A l'amont, entre elles et le Rhône, on ouvrira un chenal de 67^m de largeur et de 160^m de longueur; à l'aval, on creusera un bassin pour le garage et l'évitement des bateaux. Enfin, les murs des écluses, les cavaliers autour du bassin et le long du canal seront élevés à un niveau supérieur à celui des plus hautes crues du Rhône.

Le montant total des dépenses est évalué à 73 millions.

§ 13.

Chemin de fer du haut Sénégal. — Le projet d'établissement de ces voies de communication va entrer dans la période d'exécution; le colonel Desbordes, après cette excursion, a remis en état les fortifications de Kita et s'est remis en route pour gagner Bafoulabé avant que la saison des pluies rende les chemins impraticables.

Les instructions données par le Ministre de la Marine au nouveau gouverneur, M. le capitaine de vaisseau Vallon, sont de commencer les travaux du chemin de fer entre Kaï et Bafoulabé, sans s'occuper pour le moment du cours du Niger, et d'y établir des postes fortifiés.

Deux projets de voies ferrées se trouvent en présence : l'un qui ne quitte pas les rives du fleuve; l'autre s'enfonce dans l'intérieur en passant par Fanamdaba et va rejoindre Bafoulabé.

Il est probable que la voie le long du fleuve sera adoptée. Le Sénégal n'a pas jusqu'à Bafoulabé de courbes très sensibles et surtout rapides; la voie peut suivre la berge de la rive gauche; il n'y a pas d'œuvres d'art; quelques ponts à jeter sur des affluents sans importance. Kaï sera le point de départ des travaux; c'est un village situé à 8^{km} en dessous du poste de Médine.

Au moment où le département de la marine va entreprendre ces travaux, un jeune enseigne de vaisseau, M. Giraud, va s'embarquer le 5 juillet pour se rendre à Zanzibar, d'où il pénétrera dans l'Afrique centrale.

Le Gérant, E. Cottin.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

20 AOUT 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 125.

Le cers et le mistral en Provence et dans le Languedoc;
par M. **Viguier** (1).

Des lois de Géographie physique, vérifiées maintenant pour toutes les régions du globe, et qui se présentent alors en Météorologie comme de vrais postulata, vont nous permettre de suivre le cers et le mistral à travers toutes les transformations qu'ils subissent en abordant le Languedoc et la Provence. Ce sera mettre en évidence l'origine des météores que ces vents apportent dans ces vastes provinces et soumettre à de nouvelles vérifications les lois qui nous auront servi de guide, ainsi que les considérations que nous avons présentées dans la première partie de cette étude.

Depuis longtemps les géographes et les météorologistes, M. de Gasparin entre autres, ont formulé le rôle général des montagnes directement opposées aux vents pluvieux, et de nombreuses observations sont enfin venues confirmer et préciser des faits auxquels on rapporte maintenant la climatologie des diverses contrées. Ainsi le cers et le mistral sont dits vents secs par excellence dans la France méditerranéenne abritée par les Cévennes des pluies et des bourrasques océaniques. En particulier, pendant le règne de onze mois du mistral en Provence, la sécheresse fut telle qu'à Marseille il ne tomba que 6 pouces ou 162^{mm} d'eau, au lieu des 521^{mm} qu'on y mesure annuellement. On sait encore que ces mêmes vents du côté nord, arrivant sur le littoral africain alourdis par les nuages qu'ils ont recueillis sur un vaste foyer d'évaporation, peuvent porter à 1200^{mm} la moyenne pluviométrique des stations élevées. Mais les pluies et les grêles vont ensuite mourir à ces montagnes qui séparent le Tell et le Sahara,

(1) Ce travail fait suite aux études sur le même sujet publiées précédemment dans notre *Bulletin* du 11 et du 18 juin dernier.

l'hiver et l'été, parce que, au dire des Arabes, *d'un côté elles sont couleur de pluie et de l'autre roses et couleur de beau temps.* Nous avons eu plusieurs fois l'occasion de rappeler dans le *Bulletin* que les transformations qu'est appelé à subir le siroco, en abandonnant le continent africain, doivent être bien plus profondes encore pour que ce vent puisse arriver dans le Languedoc comme grand pluvieux, et reprendre ensuite à travers les Cévennes son premier caractère de vent d'Afrique. Nous avons vu aussi que les choses se passent à peu près de la même manière en Provence, malgré la faible altitude des montagnes de l'Esterel, des Maures, de la Sainte-Baume, etc.

Si l'on se bornait à ce premier aperçu, le cers, à Montpellier, pourrait être mis au nombre des vents pluvieux : de savants météorologistes lui ont même assigné ce rôle, préoccupés qu'ils étaient de l'idée que les tempêtes de l'Océan et l'influence du gulf-stream devaient se faire sentir jusque sur le littoral méditerranéen, la pluie tombant d'ailleurs assez souvent inclinée vers le S.-E. par l'effet d'un vent froid et violent de N.-O. Quelques explications deviennent donc nécessaires pour faire accorder ces faits avec la chute des pluies ou des grêles qui vont généralement s'épuiser sur les crêtes ou sur les versants occidentaux ou septentrionaux des massifs cévenols.

« D'où viennent, dit un auteur languedocien dans l'ancienne Encyclopédie, les mouvements contraires et opposés qui environnent toujours un orage pendant qu'il se produit, et dont le vulgaire (on pourrait ajouter les marins) croit rendre raison en disant que les vents se battent ? » La fréquence du cers et de l'autan dans le Languedoc nous autorise bien à conclure, *a priori*, que ces vents, de direction tout à fait opposée et d'origine si différente, doivent se trouver fréquemment en présence sur la principale ligne de partage des eaux dans notre pays. La lutte vient souvent d'ailleurs se continuer sur nos têtes jusqu'au littoral : il y a donc à insister sur un fait appelé naturellement à jouer un rôle considérable dans la production des météores, alors surtout qu'on se montre trop enclin à les rapporter à une seule cause, à un seul courant. Le fait convenablement interprété doit en effet acquérir une généralité capable de dominer l'ensemble de la science.

Il faut, à ce sujet, s'étonner autant de l'oubli dans lequel on a laissé d'anciennes et de nombreuses observations de nos météorologistes, que du peu de cas que l'on a fait généralement de celles de nos marins et de nos hommes des champs. Elles sont souvent de nature à faciliter l'explication des phénomènes par le seul fait qu'elles en dévoilent tous les détails. Quelques citations vont permettre d'en juger. La première sera prise

encore dans la lettre déjà citée, écrite à Mme de la Sablière par le savant voyageur Bernier. « Ce lieu, y est-il dit en parlant du col de Naurouse, est le champ de bataille des vents d'Est et d'Ouest. Les jours de combat on voit venir de loin les amas de nuages qui se serrent, s'épaississent à mesure qu'ils approchent, comme pour se disputer le passage. On les voit se choquer, se mêler; les uns prennent le dessus, les autres glissent par-dessous, d'autres s'échappent par les côtés. Cependant le ciel s'obscurcit, la pluie survient avec abondance, et, tandis que ce combat se donne en haut, il règne en bas un calme qui dure jusqu'à ce que l'un des vents arrête l'autre, le fasse rebrousser, l'abatte et passe par-dessus. Lorsque l'avantage de l'un des vents est décidé, comme un torrent impétueux, il se jette dans la plaine, balayant l'air, chassant les nuages devant lui : c'est ce qui donne ces jours clairs et sereins, ces beaux soleils du Languedoc. Mais il en résulte aussi des vents impétueux, des sécheresses désastreuses ou des inondations quand les nuages se fondent à l'ouverture des plaines qui sont des deux côtés de l'entonnoir. On a ainsi alternativement de longues sécheresses précédées ou suivies de débordements de rivières occasionnés par les pluies excessives qui tombent dans les montagnes. Cette grande province riche et peuplée tient en quelque façon le milieu entre les zones torrides et glaciales. Les météores y occasionnent plus de phénomènes que dans les autres contrées de la France, parce que les contrastes y sont plus grands; c'est un point de partage où le froid et le chaud se disputent l'empire de l'air, mais où le chaud l'emporte constamment sur le froid. »

Cette description ne diffère pas essentiellement de celle que nous donnent, encore sans parti pris, nos paysans cévenols. L'imagination peut y jouer quelque rôle, mais non l'esprit de système : tous ces détails acquièrent, du reste, une interprétation scientifique facile à reconnaître. Pour les uns c'est une véritable lutte de géants, avec toutes ses péripéties, qui s'engage entre les nuages; pour d'autres, et mon correspondant de l'Espérou est de ce nombre, ce sont de vraies batailles rangées où rien ne manque. Il est vrai que c'est un ancien militaire, et qu'après vingt-sept ans d'une existence quelque peu contemplative de simple cantonnier, qu'il a passée sur cette terrasse de la Luzette qui domine la Méditerranée, le littoral du Languedoc et de la Provence, il a dû arriver à se faire une idée assez exacte des luttes nombreuses dont il a été témoin : il est peu de bulletins, d'ailleurs, où les phénomènes qu'il mentionne ne s'accordent avec ce que nous observons à Montpellier. En langage ordinaire, au fond, c'est généralement le S.-E., le précurseur de la pluie ou même des neiges, qui accumule ses nuages sur les pentes méridionales du mont

Aigoual, dans les escarpements de l'*Hort-de-Diou*. Peu de jours après sa première apparition, un vent océanique se précipite à travers les plateaux du Rouergue pour chasser le *marin* de ses positions; celui-ci ne recule point pour cela, quoique le N.-O. se mette de la partie, mais il passe par-dessus et alors il pleut par le S.-E. supérieur. Cela peut durer ainsi de un à trois jours, et souvent au bruit prolongé du tonnerre. Enfin la *bise* ou tramontane accourt avec furie pour refouler le tout vers la mer. Alors le soleil reparaît et l'on peut compter sur de beaux jours par un vent sec et frais.

Je ne sais s'il faut comprendre dans cette description le phénomène de la rotation des vents; je l'ai vu cité par de vieux montagnards. Pour le fait de la pluie par le S.-E. supérieur, il est si fréquemment observé sur le littoral avec tous ses accessoires qu'il peut passer comme vulgaire. « On s'étonnera, dit M. Martins après 26 années d'observations, de voir le N.-O., vent sec par excellence, figurer parmi les vents pluvieux; on le comprendra quand on saura que c'est la lutte de ce vent avec le vent de S.-E. qui détermine la grande précipitation de vapeurs aqueuses.... Le fait est que, lorsqu'il pleut, ils règnent tous les deux, le S.-E. dans le bas, le N.-O. dans le haut. Que de fois les habitants du littoral languedocien voient-ils des nuages bas, noirs, chargés de pluies, passer pendant plusieurs jours au-dessus de leur tête, sans qu'ils laissent tomber une goutte d'eau sur la terre altérée; mais, que la température baisse, que le N.-O. vienne à souffler dans les régions supérieures de l'atmosphère, la pluie commence à tomber... ». Les choses se passent généralement ainsi pour les pluies sirocales de quelque durée, mais souvent aussi les effets du N.-O. inférieur, tout aussi bien que les phases diverses de la lutte, s'accusent par la direction qu'a la pluie en tombant, direction généralement d'accord avec celle de la girouette et avec les indications du thermomètre. On s'expliquerait enfin difficilement d'une autre manière les chutes prodigieuses d'eau, les trombes pour le vulgaire, comme celles qui en 1875 purent, en trois jours seulement, donner 607^{mm} de pluie mesurée à Valleraugue, à 350^{m} d'altitude seulement. Je constatais alors que le cers et l'autan se livraient, sur nos plateaux élevés, à une lutte *indiavolata*, diraient les Italiens, dans laquelle même put être observé un orage remarquable de grêle que nous signalâmes dans le *Bulletin*.

Ce dernier météore, nous dit, dans l'Encyclopédie, de Ratte, président de l'ancienne Société royale de Montpellier et correspondant de l'Académie de Paris, ne se montre par les vents marins qu'autant qu'un vent du N. se lève. Alors aussi, comme aujourd'hui, les correspondants de la région montagneuse annonçaient que l'abaissement inusité de tempéra-

ture qui se propageait jusqu'au littoral était souvent un phénomène consécutif à un orage de grêle. Tout cela se trouve cependant subordonné à la violence et à la durée du mistral, qui, dans les circonstances ordinaires, ne pourra donner que des pluies froides ou des neiges, par le S.-E. supérieur surtout : tandis que ces pluies peuvent être tièdes et diluviennes, lorsqu'un violent siroco renouvelle incessamment les vapeurs condensées par un mistral non moins impétueux.

Tel est le mécanisme le plus ordinaire de la production des météores dans le Languedoc et sur toute la ligne des Cévennes. Nos anciens physiciens ou météorologistes, de même que nos botanistes de l'école de Montpellier, qui prirent l'*Hort-de-Diou* pour centre de leurs excursions, enfin les membres et les correspondants des Sociétés savantes du Languedoc, ne s'y trompèrent point. Tout cela nous avait paru manifeste avant de connaître leurs observations, et maintenant il n'est pas d'année que je ne puisse le contrôler, il n'est pas de bulletin mensuel qui soit en opposition avec le rôle que nous assignons au cers et à l'autan. L'orage de grêle observé par Lecoq sur le Puy-de-Dôme, qui se produisit dans des circonstances analogues, resta longtemps classique, et celui du 30 mai dernier observé à Paris a pu faire l'objet d'un rapport intéressant. Dans cette région, comme pour toute la partie de la France séparée de la Méditerranée par les puissants massifs du plateau central, il est rare en effet de voir nos vents marins porter, même à d'assez grandes altitudes, les vapeurs qu'ils ont recueillies sur notre mer intérieure.

D'après tout ce que j'ai dit dans le *Bulletin,* on est bien autorisé à penser que les choses se passent en Provence comme si la ligne des Cévennes s'était avancée vers la mer, de manière à restreindre ou même à annuler la largeur de la bande littorale. Les manuscrits de Peyresc, *ce procureur général de la littérature et de la science* à son époque, peuvent encore, depuis plusieurs siècles, renseigner à ce sujet. « Après m'être informé diligemment de diverses personnes entendues dans ces affaires, dit le P. Anselme de Fréjus, au Mécène provençal, j'ai affirmé que les grandes pluies dans ces quartiers furent causées, comme à l'ordinaire, par les vents marins, lesquels nous donnèrent tant d'eau et les débords furent si grands qu'on croyait avoir perdu tous les blés de la plaine... il est bien assuré que nous avons eu d'ordinaire ou mistral ou marin... Le marin ici fait germer les grains jusque vers Brignoles à cause qu'il est pour l'ordinaire frais ou du moins toujours humide. Mais par delà Brignoles il nuit aux blés, *à cause qu'il y est grandement échauffé* par la grande chaleur de la terre. Au contraire, le mistral nuit ici aux blés, soit froid

ou chaud, car il les brûle visiblement et met parfois le pauvre monde dans une pareille extrémité que, si l'on voulait épargner les meilleures fêtes et les dimanches sans travailler, on trouverait en vingt-quatre heures tout le blé couché par terre sans rien dans l'épi. Encore que bien souvent il soit très impétueux, il ne passe pourtant au delà de la grande montagne qui est entre ici et Cannes, tellement que, *le marin étant quelquefois aussi fort deçà que le mistral delà, ils se rencontrent sans vouloir céder l'un l'autre,* ce qui est assez ordinaire ici et non moins admirable. » Ailleurs encore, dans des observations suivies, bon nombre de faits se rapportent à la coexistence et à la lutte des courants. « Le mistral, est-il dit par exemple, étant toujours dessus a maîtrisé l'air des nuées et l'a rendu serein... Toutefois j'ai pris garde qu'il y avait deux sortes de vents, ayant remarqué que quelques nuées plus larges, plus basses et plus noires montaient dans la montagne emportées par le Sud, quoique les plus hautes et les plus légères fussent emportées par l'Ouest, etc. »

Est-il à craindre maintenant que nous donnions une trop grande généralité à des phénomènes régionaux ? Il peut ne pas suffire peut-être encore de rappeler que les choses se passent d'une manière analogue sur la ligne des Apennins, et que, même sur la branche de bien faible altitude qui sépare l'Adriatique de la mer Ionienne, les phénomènes peuvent acquérir une importance scientifique considérable ? suffira-t-il de dire enfin que les Italiens appellent *tramontana sporca* le vent du N. qui provoque en général la condensation des vapeurs apportées par les autres vents ? Nous résumerons rapidement quelques observations se rapportant à des régions bien différentes de la nôtre. « Le vent du S.-O., l'un des trois grands dominants aux États-Unis, a souvent de la peine à franchir les Alleghanys; et réellement il paraît que les vents de N.-O. et de N.-E. lui interdisent le passage des monts... Au printemps, devenu plus fréquent, il apporte lui-même des neiges passagères, des ondées de pluie et même de grêle, qui paraissent plutôt dues aux vents de N.-E. et de N.-O. Les monts deviennent eux-mêmes le champ clos visible des combats de ces courants d'air opposés; souvent on peut de la plaine observer les nuages marchant vers Bleu-Ridge, par les vents d'E. ou de N.-E., et suivre toutes les phases de la lutte qu'ils engagent avec le S.-O. Je fus témoin de ce curieux spectacle, dit Volney, et mon hôte, sans être physicien, m'en donna des raisons très satisfaisantes.

Il suffirait de s'en rapporter aux anciennes observations de Buch et à celles des savants qui, dès le commencement du siècle, travaillèrent à l'enquête provoquée par les débordements excessifs qui eurent lieu en Suède, pour reconnaître

que, par rapport au chaînon du Dofre qui court de l'O. à l'E. en Norwège, tout se passe comme pour les Cévennes et les montagnes du Var. Dans tous les cas il forme une ligne de séparation des plus accentuées : ainsi le N. et le S. de la contrée n'ont presque jamais les mêmes vents en même temps; s'il pleut d'un côté, il fait sec de l'autre. Dans l'été de 1800, au N. des pluies continuelles détruisirent toute la récolte, au S. la sécheresse fut excessive; au N., depuis juin jusqu'au 20 août le N.-O. souffla presque tout le temps, au S. ce fut le S.-E. mêlé de S.-O., c'est-à-dire qu'il régna deux vents diamétralement opposés. Le Dofre était le point de rencontre du choc de ces courants, et les inondations ne provinrent pas de la fonte des neiges, car à l'altitude de 1000^m au plus; en juin et juillet, les neiges sont fondues en Suède. Les tables météorologiques de Drontheim et de Christiansand offrent depuis longtemps des exemples de pareils phénomènes.

Nul doute que dans toutes les contrées des pluies subites et abondantes ou même de longue durée ne soient dues souvent au mélange de deux courants; il en dut être ainsi pour celles qui en trois heures seulement donnèrent 0^m,113 d'eau à l'observatoire de Bruxelles. Que dire alors des conflits atmosphériques qui, aux changements des moussons, amènent toujours dans les Indes des orages et de prodigieuses quantités d'eau, que la mousson elle-même recueille sur les mers tropicales pour les porter sur l'Himalaya ? Peut-on enfin assurer que Dove pèche par excès de généralisation lorsqu'il attribue à la rencontre des alizés, des vents polaires et équatoriaux, les tempêtes qu'il discute dans son grand ouvrage, ainsi que les contrastes excessifs de température qu'il constate sur la prodigieuse étendue des continents où elles se manifestent? Il est rationnel d'aborder cet ordre d'idées établi sur de sérieuses observations, pour le comparer à d'autres qui, considérés d'une manière absolue, ne se montrent pas toujours d'accord avec les postulata de la Géographie physique. Nous devons nous borner, pour le moment, à justifier encore le rôle du mistral et du cers dans la production des météores qui apparaissent sans l'intervention évidente de l'autan et du siroco.

Dans la France méditerranéenne, le nom de *mistral* est assez fréquemment donné aux deux vents que nous avons étudiés et qui diffèrent cependant par leur direction et leurs propriétés physiques, à part les transformations locales qu'ils peuvent subir. Ainsi le cers est plus humide que le mistral, et les bouillards océaniques franchissent souvent les Cévennes. De même le S. direct et l'autan ou S.-E., connus sous la dénomination générale de *marin*, laissent tomber sur le littoral

des quantités de pluie bien inégales, et ne possédant pas au même degré les propriétés énervantes du siroco [1]. Il nous reste à reconnaître que ce n'est pas seulement à l'aide des phénomènes qui résultent de l'antagonisme de ces vents qu'il est possible d'en poursuivre l'histoire dans le bassin méditerranéen, mais encore à l'aide de ceux qu'ils peuvent faire naître par leurs qualités physiques et dynamiques individuelles. Ce complément n'est pas sans importance, puisque, faute d'y avoir égard, des météorologistes ont méconnu le rôle des Cévennes, celui des *pères des pluies* dans ces montagnes, ainsi que la prodigieuse influence de la Méditerranée sur le régime pluviométrique du Languedoc : contrairement encore aux lois fondamentales de la Géographie physique, mises en complète évidence par l'observation la plus vulgaire sur tout le littoral de notre mer intérieure.

Au nombre des raisons multiples qui nous expliquent le peu d'importance qu'on a généralement donné aux phénomènes sur lesquels nous avons cherché, dans notre précédente Note, à attirer sérieusement l'attention des météorologistes, il faut bien mettre la préoccupation trop exclusive de ne s'en rapporter qu'à un vent unique dans la production des météores, et par suite aussi à des faits qui se rattachent, au fond, à un mode spécial de sa propagation. D'ailleurs encore les bulletins météorologiques se taisent ordinairement à ce sujet, et l'on est bien forcé de croire, d'après ce qui a été dit, que c'est parce que les observations se rapportent à des stations moins bien favorisées. Sans doute la considération d'un courant unique n'est pas en général d'accord avec ce qui se passe dans la nature, et alors toutes les hypothèses imaginables ne sauraient rendre exactement compte des phénomènes, malgré tous les efforts des Sciences physiques ou mathématiques appelées à lutter contre l'observation. Il importe, pour ce qui nous reste à dire, de préciser quelques circonstances où les divers météores peuvent cependant alors se manifester. D'après tout ce que nous avons rappelé, abstraction faite de toute hypothèse particulière, leur physionomie générale doit bien dépendre de la vitesse relative des courants contrastants. Dès lors, sur tout son parcours, un seul vent pourra faire naître des phénomènes analogues à la plupart de ceux qui ont été signalés, à la condition de donner au milieu où il se propage une constitution physique semblable à celle d'un autre courant réduit au repos et dont la vitesse s'ajouterait à celle du premier. De là l'énorme vitesse que doivent

---

(1) Voir ASTRUC, *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle du Languedoc*.

parfois posséder les courants atmosphériques pour produire des grêles comme celle de 1788. De là aussi enfin les grandes inégalités observées dans les divers phénomènes, depuis le simple brouillard qui, dans une région montagneuse surtout, peut rapidement envelopper le voyageur, jusqu'à la bourrasque capable en un moment de condenser, balayer et agglomérer les éléments de la grêle. C'est bien en effet alors un fort coup de balai donné à travers une atmosphère chargée de vapeurs et qui bientôt après reparaît plus pure et moins lourde sous l'influence d'un vent plus sec et plus frais; « quoique les orages qui donnent la grêle soient précédés d'une chaleur étouffante, aux approches de l'orage, et plus encore après, l'air est considérablement refroidi ». En cela l'ancien secrétaire perpétuel de la Société royale de Montpellier, de Ratte, est d'accord avec ce qui se passe surtout dans notre région montagneuse, où le météore fait de si fréquentes apparitions. C'est qu'en effet, nous l'avons rappelé, la grêle ne se montre que quand un vent du N. a commencé à souffler.

D'après le même principe, les choses devraient se passer d'une manière analogue lorsque quelque vent du S., tiède et humide, envahit une atmosphère plus septentrionale. Il y a cependant à ne point perdre de vue que, quelque grande que puisse parfois devenir la violence de nos vents marins, ils n'ont pas la soudaineté du mistral ou de quelque bourrasque océanique; ils apportent insensiblement jusqu'à l'altitude des Cévennes leur humidité et une température à peu près constante et de peu inférieure à celle du littoral. Il arrive souvent alors qu'on se trouve au milieu de brouillards en voie de condensation, tandis qu'une pluie abondante peut tomber au fond des vallées. Ces considérations ne se trouvent pas complètement d'accord avec le fait énoncé par M. Martins, à savoir que, toutes les fois qu'il pleut, le mistral et le marin soufflent en même temps : il est alors essentiel de voir l'importance que leur assignent les météorologistes du Languedoc et de la vallée du Rhône.

« Les vents les plus fréquents à Alais, nous dit d'Hombres-Firmas, sont le N. et le S. Selon que le N. est élevé ou qu'il rase la terre; ses effets sont différents : *dans le premier cas il tourne ordinairement au N.-O., dans le second sa direction est modifiée dans les vallées où les cours d'eau le chargent de vapeur selon les heures et la chaleur du jour*. Le N. et le N.-E., qui amènent les grands froids, les gelées, balayent le ciel, dissipent les brouillards et fixent le beau temps : mais *le N. peut aussi amener la pluie lorsque beaucoup de vapeurs sont assemblées dans les gorges des montagnes, dans le fond des vallées. Elles se réduisent en neige sur les hauteurs ou sont repoussées en pluie vers la plaine.* » Après ce qui a été

dit, l'importance générale de cette citation est évidente. Le N.-O. (la bise noire), qui souffle pendant de longs mois, d'hiver surtout, à la hauteur des Cévennes et sur notre littoral, n'apparaît plus à Alais que comme vent supérieur. Grâce à la direction de la vallée du Gardon, qui coule parallèlement au Rhône, c'est le N. et le S. qui dominent au niveau du sol, et y constituent comme une enclave du mistral dans le domaine du cers. Sur 200 et quelques jours de vent qu'on y observe, 91 se rapportent au N., 60 au S. et seulement 16 au N.-O. et 8 au S.-E. L'influence du relief du sol et des courants inférieurs se manifeste aussi dans l'apparition des météores. Il grêle 5 fois plus souvent à Alais qu'à Nîmes, le tonnerre y est 19 fois plus fréquent, et la moyenne pluviométrique y est égale à 1069^{mm} au lieu de 647^{mm} qu'on mesure à la seconde station.

Les choses se passent d'une manière plus frappante encore pour le cers qui souffle à travers le double entonnoir de Naurouse. Après son invasion dans la vallée de l'Aude, il est dévié par le mont Alary et les Corbières, pour devenir encore, par l'effet de la montagne Noire, le vent violent d'O. qui, nous dit Astruc, va se perdre près d'Agde dans la mer, c'est-à-dire vers l'embouchure même du large lit du torrent dont il a suivi le cours; en sorte que le mot de M. de Jouy sur Carcassonne se rapporte au cers et à l'autan ainsi transformés. Parfois cependant aussi de violentes bourrasques océaniques ou pyrénéennes doivent bien se précipiter dans la même vallée à travers les Corbières occidentales, pour porter jusqu'au département du Gard quelque grêle désastreuse. En juillet 1874 le grand orage de l'Hérault parut se comporter comme s'il était né dans la montagne Noire.

Au sujet du mistral, M. de Gasparin n'est pas moins explicite que les météorologistes du Languedoc. « L'arrivée d'un air plus froid, nous dit ce savant agronome, qui se mêle à un air plus chaud et presque saturé de vapeur, est une cause très fréquente de pluie. On ne peut l'observer nulle part plus souvent que dans la vallée du Rhône. Il suffit de remarquer, en effet, que les vents secs et froids du N., qui après avoir soufflé quelques jours amènent constamment un ciel serein, produisent la précipitation de vapeurs quand ils succèdent à des vents chauds et humides du S. C'est au point qu'à Orange il tombe 204^{mm} de pluie par le vent du N. contre 219 par le vent du S., c'est-à-dire une quantité presque égale par le vent sec que par le vent humide. » Nous avons vu que sur la rive gauche du fleuve, de même que sur la rive droite, la transformation des vents dominants de la contrée par le relief du sol est mise en évidence dans les Atlas de l'Observatoire et dans divers bulletins. C'est surtout dans la vallée d'Apt que

l'effet paraît s'accentuer, puisqu'elle imprime à ses vents la direction d'E. à O., tout à fait perpendiculaire à celle du Rhône. Cela nous explique la variété des météores qui se manifestent dans des stations souvent très rapprochées. « On n'aperçoit pas, est-il dit dans les Bulletins du département de Vaucluse, des lois bien précises dans la répartition des pluies qui ont paru plus influencées par la position topographique des localités que par leur altitude. » Pour les orages spéciaux accompagnés de grêle, ils se montrent aussi à peu près par tous les vents et sont très inégalement répartis. « Le voisinage des hautes montagnes, leur altitude, les courants provoqués par les dépressions ou les vallées, à part la nature du sol, paraissent avoir une action prépondérante. »

Les citations pourraient être nombreuses si l'on voulait justifier encore la généralité de nos dernières considérations. Nous verrions qu'aux États-Unis, par exemple, le N.-O., qui arrive sur la côte atlantique après avoir parcouru le continent, produit parfois aussi des ondées de pluie et de neige ou même de grêle. Mais ces nuages, disent les observateurs, appartiennent plutôt à d'autres courants d'air qu'il dépouille en les chassant. *D'autres fois il en recueille les éléments dans son passage à travers l'atmosphère au-dessus de la surface humide des lacs, dans le lit des fleuves pris dans les longues lignes de leurs cours.* Ainsi le N.-O. prend sur les cinq grands lacs du Saint-Laurent et sur le Mississipi et l'Ohio un caractère humide en hiver et orageux en été qu'on ne lui trouve point dans d'autres cantons. Les choses se passent de la même manière au milieu de cette bande profonde de vapeurs qui signale au loin le cours du Rhône, à part les phénomènes analogues à ceux que nous avons cités dans la Note précédente.

D'après de nombreux rapports, il semble bien que quelque chose de semblable peut se produire loin des grands fleuves, dans des contrées vraiment torrides. Un fort intéressant article, inséré dans la *Revue des Deux-Mondes* du 1er mai 1882 nous renseigne à ce sujet. Mais le mode d'apparition des orages sur les Cévennes et sur nos causses, tout aussi arides et brûlés que de véritables déserts, ne diffère pas toujours essentiellement de celui qu'on nous décrit pour l'Afrique australe. J'ai rapporté dans le Bulletin du mois d'octobre 1876 la grêle remarquable qui apparut en juillet 1879 dans le département de la Lozère, à la suite d'une chaleur tropicale. Souvent des signes précurseurs, que j'ai signalés dans une autre étude, sont des présages qui ne trompent guère nos paysans, qu'ils se manifestent sur la montagne Noire, sur l'Aigoual ou le mont Lozère. Au mois de juillet 1879, m'écrivait l'auteur très érudit des *Voyages dans l'Ardèche et le haut*

Vivarais, nous descendions du Mézenc pour nous diriger vers Fay-le-Froid, lorsque nous vîmes s'agglomérer successivement sur nos têtes des taches grises, de manière à former rapidement dans le ciel un nuage qui grossit, s'étendit et éclata bientôt en formidable orage de grêle. Après avoir sévi sur les hauteurs, il fondit sur la vallée du Rhône vers Montélimart, et nous pûmes pendant plusieurs heures suivre ses lointaines manifestations. Dans un autre rapport, c'est un petit nuage noir qui se montre sur la Lozère, pour s'étendre ensuite, s'allonger et se précipiter enfin vers Valence et Avignon, en semant la grêle sur son passage. Ces faits, comme on voit, ne sont pas sans ressemblance avec ceux qu'on a depuis longtemps signalés dans les régions tropicales, et que le Hollandais Kolbe a rapportés avec tant de détails dans sa *Description du cap de Bonne-Espérance*. Là aussi c'est un petit nuage qui se montre sur la montagne de la Table, pour bientôt s'abaisser et s'étendre sur toute la plaine. L'œil-de-bœuf, si connu des marins, apparaît de la même manière : le petit nuage se précipite à travers l'atmosphère, qu'il envahit bientôt tout entière pour produire une perturbation d'autant plus terrible que le temps qui l'a précédée était plus beau.

Le fait des brouillards qui affluent rapidement de la plaine vers le sommet du Puy-de-Dôme, si bien décrit par M. Babinet, mais qui n'avait pas échappé aux géodésiens du dernier siècle, se produit, avons-nous vu, dans de plus grandes proportions sur nos massifs, à la faveur surtout de quelque vent marin : on ne saurait, du reste, lui donner une trop grande généralité. « Tous les jours, nous dit Volney dans son *Voyage en Égypte*, le pic du Sannin se chargeait de nuages, et plusieurs grimpant sur les pentes couraient parmi les vignes et les sapins. Souvent je me suis trouvé enveloppé de brouillards au point de ne pas voir à quatre pas. Dans d'autres circonstances, par un ciel serein, l'on voyait des nuages se dissiper et se dissoudre comme de la fumée, d'autres fois se former à vue d'œil et d'un point premier devenir des masses immenses. Cela arrive surtout sur le sommet du Liban, et les marins ont éprouvé que l'apparition d'un nuage sur ce pic est un présage infaillible de vent d'O. »

J'ai mentionné dans le *Bulletin* du 21 août 1881 d'autres transformations que nos vents peuvent subir par l'effet de circonstances locales. La tramontane, froide en hiver mais chaude en été, apparaît parfois à Montpellier comme une brise née dans nos garrigues ou sur nos causses brûlés par le soleil, à la faveur encore d'une forte insolation qui se produit sur le littoral. C'est tout à fait alors un vent d'Afrique, surgissant de vrais déserts. Généralement ces températures exceptionnelles, qui, de loin en loin, dépassent de 3° ou 4° les

maxima ordinaires de l'été, se manifestent toujours par le vent du N. ou du N. inclinant un peu à l'E. Elles s'accusent peu après l'heure ordinaire du maximum de la journée et n'ont guère que de une à trois heures de durée. Enfin les différences que l'on observe dans des stations très voisines parfois indiquent encore qu'on n'a pas à rapporter ces phénomènes à des causes plus générales que celles que nous signalons.

Nous devons limiter ici le résumé d'une étude assez longue, puisqu'elle a pour objet de rattacher aux phénomènes généraux de l'atmosphère des faits nombreux auxquels on ne donne souvent qu'une importance locale, alors qu'ils comprennent l'ensemble de la Météorologie. Delambre met Poitevin et de Ratte au nombre des savants qui se répondent d'un bout de l'Europe à l'autre pour fournir sans cesse de nouvelles observations, qui sont l'aliment de la Science. Leurs travaux et ceux de bien d'autres météorologistes du Languedoc auraient pu nous permettre de multiplier les citations et d'apporter à l'appui de nos considérations l'autorité de savants qui établirent la Science de leur époque sur des faits nombreux et bien observés. Enfin, quelque succinct qu'ait dû être ici notre exposé, il suffira peut-être pour rappeler ce que Volney a dit à l'occasion des observations qu'il fit en Syrie. « Les raisons de ces phénomènes sont des problèmes intéressants pour la Physique et ils méritent qu'on s'occupe de leur solution. Nul pays n'est plus propice aux observations de ce genre : on dirait que la nature y a préparé tous les moyens d'étudier ses opérations, tous ses agents opèrent sur un théâtre splendide, mais relativement assez restreint pour qu'il soit possible de saisir leur jeu réciproque. » Il est facile maintenant de formuler les conclusions principales qui résultent de notre étude. Le fait général du sol exerçant une influence de direction, ordinairement décisive, est mis en pleine évidence par l'observation, non seulement pour les deux vents que nous nous sommes proposé d'étudier, mais aussi pour les deux antagonistes, le S. et l'autan. Cet effet de direction, évident pour les petites vallées, donne lieu à des courants secondaires, vrais affluents d'un courant principal, et dont l'origine, toute locale, n'est pas liée à l'existence de vents généraux. L'action directrice du sol peut ainsi déterminer des branches importantes, dérivées d'un vent général, pouvant même ne pas s'étendre beaucoup en profondeur, tandis que, dans des vallées secondaires diversement orientées, la girouette indiquera des courants dont l'origine ne sera pas indépendante du vent des nuages. Il en est ainsi pour quelque vent du N.-O. qui, abordant la France océanique, se subdivise ensuite en deux branches principales, celles du cers et du mistral. De même une

violente bourrasque du S.-E., comme celle du mois de septembre dernier, abordera la France méridionale avec les effets divers que nous avons signalés. Reconnaissons aussi que, le vent étant un grand facteur du climat d'un pays, il en résulte que le sol devient, par son influence directrice autant que par son relief, une partie intégrante des climats. Ainsi, dans l'ensemble du bassin méditerranéen, qui s'offre au météorologiste comme au marin avec une individualité si tranchée, il est possible de suivre les transformations diverses de courants dont nous avons pu constater la provenance ou l'origine, le tout encore conformément aux vérités les plus lumineuses de la Géographie physique.

(*La suite à un prochain numéro.*)

Observations anémométriques a bord des navires.

On lit dans le journal *Ciel et Terre*, publié par les astronomes de l'Observatoire de Bruxelles :

« Le lieutenant de marine A. Domojirov vient de communiquer, à la Société géographique russe, les observations de vitesse du vent dans divers parages, faites à l'aide d'un anémomètre, à bord du clipper *Djighit*. L'anémomètre était suspendu de façon à rester dans une position verticale dans les plus mauvais temps, lorsque le vaisseau oscillait entre 30° d'inclinaison à bâbord et 35° à tribord. L'appareil, placé à l'extrémité d'une perche de 5^m de longueur, était maintenu, à chaque observation, pendant dix minutes, du côté du vent et exposé ainsi à toute sa force; sa hauteur au-dessus du niveau de la mer était de 8^m.

» La direction du vent était déterminée au moyen d'une girouette et sa *vraie* direction était calculée d'après la direction apparente, suivant le principe du parallélogramme des forces, en tenant compte de la vitesse du navire.

» Lorsqu'on connaît l'angle entre la direction du vent et celle du navire, la vitesse apparente du vent et celle du navire, la vitesse réelle du vent peut être déterminée à l'aide d'un calcul simple ou au moyen de Tables dressées à cet effet. Une série d'expériences ont été faites d'abord par M. Domojirov pour s'assurer si la vitesse du vent, ainsi déterminée par le calcul, était identique avec la vitesse vraie : on déterminait d'abord cette vitesse lorsque le bateau était en marche, puis on stopait, on mesurait de nouveau la vitesse et l'on constatait que les deux résultats étaient identiques. Ces observations sont très fatigantes et très dangereuses, surtout pendant les gros temps; chaque observation dure vingt minutes et nécessite l'aide de trois hommes. M. Domojirov propose d'appliquer l'électricité à l'enregistrement de l'anémomètre.

» Les observations à bord du *Djighit* ont été faites cinq et six fois par jour, depuis le 23 mars jusqu'au 30 mai, et les résultats viennent d'être publiés avec tous les éléments pour les calculs.

» Le vent du Nord-Est, observé lors de la traversée, aller et retour, du Japon aux îles Sandwich, a une vitesse régulière de 5^m à 9^m par seconde; le vent du Sud-Est, observé lors de la traversée des îles de la Sonde aux îles Séchelles, a une vitesse de 4^m à 9^m par seconde, et le vent du Sud-Ouest, de Port Victoria à Aden, a une vitesse de 12^m à 15^m par seconde.

» De telles observations ont une importance réellement considérable non seulement au point de vue météorologique, mais encore au point de vue pratique, et il est à espérer que des méthodes d'observations moins fatigantes ayant été trouvées, l'anémomètre deviendra aussi nécessaire à bord des navires que le baromètre et le *loch.* »

Ouverture d'un chemin de fer sur le littoral de l'ile de la Réunion.

Les nouvelles de la Réunion nous apprennent que le chemin de fer construit sur le littoral vient d'être ouvert dans la plus grande partie de son parcours.

Le 11 février dernier, le premier train a fait le trajet de Saint-Denis à Saint-Benoît. Le lendemain, c'était le tour de la partie sous le vent, et le train se rendait à Saint-Louis. La population était enthousiasmée du résultat obtenu et attendu avec tant d'impatience. Notre colonie aura bientôt aussi son port, et elle pourra alors offrir à notre marine un lieu de refuge et de ravitaillement.

La construction de ce chemin de fer a présenté de grandes difficultés, par suite de l'escarpement des contreforts du massif de l'île, formés de coulées de laves accumulées en falaises vertigineuses et par suite de la violence des torrents qu'il faut traverser.

Ces torrents, qui sont à sec pendant la majeure partie de l'année, déversent, lorsqu'un cyclone passe sur l'île, des masses énormes d'eau, et la pente de leur lit est telle, que la vitesse du courant dépasse souvent 30^m par seconde. Aussi roulent-ils avec un fracas épouvantable des blocs de rochers de plusieurs dizaines de mètres cubes et amoncellent-ils parfois sur un point de leurs embouchures plusieurs millions de tonnes de sable et de galets en une seule alluvion.

Leurs crues sont si rapides que, lors du dernier cyclone, le 21 janvier 1881, le Creuzot, qui plaçait un pont métallique dans la rivière des Galets, n'a pas eu le temps de retirer de son lit

l'outillage de montage qu'il y avait échafaudé et que tout a été emporté et broyé par le courant.

Le chemin de fer de la Réunion, dont la longueur dépasse 130^{km}, traverse trois grandes rivières : celle du Mât, qui recueille les eaux du cirque de Salazie; celle des Galets, qui sert de déversoir au cirque de Mafate, et celle de Saint-Étienne, exutoire des cirques de Cilaos et de l'Entre-Deux; trois rivières secondaires, celle des Roches, celle des Pluies, celle de Saint-Denis, et un certain nombre de torrents sur lesquels ont été jetés des viaducs métalliques ou de maçonnerie d'une véritable hardiesse.

La plus grande difficulté consistait dans la traversée de ce qu'on appelle à la Réunion la *Montagne* ou la *Falaise,* qui n'est autre qu'une série d'énormes coulées de laves, lesquelles occupent les 12^{km} compris entre Saint-Denis et la Possession, sur la route de Saint-Paul, et plongent à pic dans l'Océan par un abrupt de 200^{m} à 300^{m} de hauteur. Cette longue muraille est sans cesse battue par les vagues.

A peine avait-on réussi jusqu'à ce jour à tracer à son pied un sentier rendu souvent impraticable par la mer ou par les cascades qui se précipitent du haut des plateaux supérieurs. Il a fallu pour le passage de la voie ferrée percer dans le basalte un tunnel de 10281^{m} de longueur, c'est-à-dire presque aussi long que ceux du Saint-Gothard et du Mont-Cenis. Ce travail gigantesque a été achevé en trente mois, grâce à l'habileté de MM. Lavalley et Molinos.

L'ouverture de ce chemin de fer et du port de la Réunion va sans nul doute marquer pour cette colonie le commencement d'une ère de richesse et de prospérité.

DÉCOUVERTE D'UNE PETITE PLANÈTE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS PAR M. **Paul Henry**.

Position de la nouvelle planète (227).

	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.
1882 Août 12...	12^{h}	$22^{h}1^{m}$	$-13°35'$

Faible mouvement sud.—La planète ressemble à une étoile de $12^{e},5$ grandeur.

Le Gérant, E. COTTIN.

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7246. Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

27 AOUT 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 126.

Le cers et le mistral en Provence et dans le Languedoc; par M. Viguier (1).

Conclusion générale.

Quelques mots deviennent enfin nécessaires pour ne pas laisser à notre étude le caractère local que semblent lui imprimer les lois mêmes dont nous avons constaté la généralité. Il importe d'ailleurs en Météorologie, plus encore que dans toute autre science, d'embrasser un vaste ensemble de phénomènes. Les faits particuliers qui ont pu paraître, au premier abord, des accidents atmosphériques signalés par des observateurs dont on ne saurait dans aucun cas contester la véracité où l'esprit d'observation, ne sont en définitive que des corollaires de phénomènes généraux auxquels des savants comme Dove, Fitz-Roy par exemple, rapportent les changements du temps et la production des tempêtes ou des météores. Dans son grand Ouvrage, publié en 1856 (2), Dove décrit et discute longuement, à l'aide de toutes les données qu'on put recueillir dans les diverses contrées et à toutes les latitudes, un bon nombre de grandes tempêtes qui furent le résultat du mélange et des luttes entre des courants contraires méritant, par leurs qualités contrastantes autant que par leur direction, les noms de *courants polaires* et de *courants équatoriaux*. Désespérant, à son époque surtout, de poursuivre l'étude des courants équatoriaux à travers les déserts de l'Afrique, ce météorologiste étudia le résultat des luttes qui généralement, dit-il, ont lieu sur les côtes de la Méditerranée. C'est naturel-

(1) Ce travail fait suite aux études sur le même sujet publiées précédemment dans notre *Bulletin* des 11, 18 juin et 20 août.

(2) *Voir* un extrait traduit dans la *Loi des tempêtes*, publiée sous les auspices du Ministère de la Marine.

lement aussi sur toute l'Europe que peuvent se manifester les contrastes excessifs dans les températures et les variations barométriques, dus à l'effet de chacun des courants atmosphériques qui peuvent parfois comprendre plusieurs continents. Comme exemples de ces tempêtes, qui prennent naissance en dehors de la limite des vents alizés, Dove cite surtout les luttes des courants contraires qui, en décembre 1855 et en janvier 1856, occasionnèrent tant de sinistres maritimes sur la mer Noire et sur la Méditerranée jusqu'à Gibraltar, ainsi que dans la Manche et sur les côtes de l'Océan. A la suite de ces tempêtes épouvantables se produisirent aussi des inondations exceptionnelles dans toute l'Europe méridionale, alors que des bourrasques de neige sévissaient plus au nord. Dans la lutte des courants qui s'établit en janvier 1850 le champ de bataille fut transporté à de plus grandes latitudes, et leur conflit fut indiqué par la terrible tempête de neige qui éclata en Suède et en Russie. La victoire du courant équatorial fit baisser le baromètre de $0^{m},040$ dans le centre de l'Europe, et les météorologistes éminents de ces diverses contrées signalèrent cette grande perturbation atmosphérique comme résultant de ces luttes, qui permettent en général, disent-ils, d'expliquer la plus grande partie des phénomènes.

Pour la tempête de 1818, qui se déchaîna surtout en Prusse, le baromètre et le thermomètre s'accordèrent à la signaler comme due à l'irruption du courant équatorial dans des contrées où le courant polaire avait soufflé pendant longtemps, en produisant un froid excessif.

Dans celle de 1823, le courant chaud supérieur se manifesta par la pluie, qui, en quelques points, à Joyeuse par exemple, tomba sur un sol gelé. La crue du Rhône, qui à Avignon s'éleva à une hauteur inconnue jusqu'alors, fut attribuée à une fonte rapide des neiges dans les Alpes. Le courant du nord avait pénétré dans le courant du sud qui avait régné dans toute l'Europe jusqu'à la Méditerranée. Les faits établirent alors d'une manière positive la nature particulière et non cyclonique de cette tempête, citée comme exemple remarquable de ce type.

Nous ne pouvons nous arrêter ici à l'examen de phénomènes qui, pour être bien saisis dans leur ensemble, exigent les nombreux détails que Dove a réunis dans son Ouvrage. C'est seulement alors qu'il est possible de reconnaître la généralité de faits qui dominent ceux que l'on observe dans le Languedoc. Quelquefois, dit l'amiral Fitz-Roy, l'un des principaux courants occupe tout l'espace compris entre la zone arctique et celle des tropiques; mais, lorsqu'il n'en est pas ainsi, ils doivent se rencontrer souvent quelque part dans la zone tempérée,

tantôt sous une latitude, tantôt sous une autre. Il cite comme un exemple des plus frappants la tempête du *Royal Charter*, dans laquelle les courants tropicaux étaient refoulés par les courants polaires ([1]). Généralement, dit ce célèbre météorologiste, on est bien amené à rapporter les changements atmosphériques à des courants qui s'étendent entre 800^m et 8000^m de hauteur, et différant par la pression, la température, l'électricité, la direction, la force et l'humidité. Nous verrions dès lors combien peuvent se trouver en défaut les théories qui n'auraient pas égard à la marche générale de courants pouvant courir côte à côte, mais en sens opposés, sur un espace qui peut varier entre des centièmes et des milliers de milles. Ils sont plus ou moins superposés, se croisent plus ou moins obliquement, et se combinent en produisant par le mélange de leur force et de leurs propriétés les changements météoriques que l'on observe. Ces effets sont encore rendus plus complexes, nous l'avons vu, par l'intervention des terres élevées et des montagnes. Leur action sur des courants inférieurs, qui ne s'élèvent en général qu'à quelques kilomètres au-dessus du niveau de l'Océan, décide souvent de la production et de la nature des météores.

A l'occasion des orages de grêle surtout, nous avons eu fréquemment à signaler dans le *Bulletin* les caractères qui, suivant Dove, distinguent un grand nombre de perturbations atmosphériques des véritables cyclones. Alors, quand le vent change et qu'un vent du nord, par exemple, se substitue à un vent du sud, l'accroissement de la hauteur barométrique est accompagné de changements persistants dans la température; tandis que dans la marche bien accusée d'un cyclone le baromètre remontera après le calme aussi rapidement qu'il était descendu avant, la température du reste variant alors dans des limites assez restreintes. Nous devons rappeler à ce sujet ce que nous avons souvent dit relativement à la marche du baromètre, dont les variations se présentent dans notre région méditerranéenne comme subordonnées à l'existence de deux courants, l'un tendant à augmenter et l'autre à diminuer la hauteur de la colonne barométrique. Pour tirer de cet instrument le meilleur parti possible, il devient donc indispensable d'avoir égard à l'effet de deux vents, coexistant sur le théâtre de la lutte, mais dont l'individualité devient plus distincte à d'autres latitudes. C'est aussi l'élément que Dove fait entrer dans la discussion des tempêtes qu'il a décrites, à part la considération générale des autres phéno-

---

([1]) *Voir* le *Livre du temps*, p. 173.

mènes météorologiques qui se sont manifestés dans les diverses régions.

Le Gentil rapporte que dans la zone torride, pendant trois ou quatre mois avant le changement de la mousson, les couches les plus élevées des nuages marchaient dans une direction contraire à celle de la mousson qui soufflait à la surface de la terre, et dans le sens de la mousson qui soufflait après le changement. La substitution des courants s'opère souvent d'une manière plus brusque dans le Languedoc, vers l'équinoxe d'automne surtout, comme nous l'avons rappelé à l'occasion de la tempête qui, au mois de septembre dernier, éclata sur les deux versants des Cévennes. Suivant Dove, le courant polaire s'avancerait généralement le long de la surface terrestre, et le courant tropical arriverait d'abord d'en haut; mais, d'après Fitz-Roy et l'auteur du *Board of Trade*, ces faits ne doivent pas exclure les cas de l'existence des vents du N. et du N.-E. comme vents supérieurs. C'est alors tantôt dans l'espace de quelques heures, tantôt au bout d'un ou deux jours, que ces derniers peuvent déplacer une série de vents tropicaux. Sans doute la plupart des météores peuvent se produire dans les deux cas, mais il existe cependant des phénomènes subordonnés à l'ordre de superposition des deux courants.

Dans une séance de l'ancienne Académie de Montpellier où fut reçu S. de Montgolfier, l'abbé Bertholon constatait déjà que l'existence de courants d'air opposés était une vérité amplement confirmée, dans notre région méridionale surtout, depuis la découverte des ballons par les marches et contremarches qu'ils tiennent à diverses élévations. Il n'entrait pas dans notre étude d'examiner le rôle des vents du S.-O., vents tropicaux par excellence pour l'Afrique et l'Europe occidentale. Il a dû nous suffire de trouver, parmi les nombreux courants qui nous sont signalés sur le littoral comme dans la région montagneuse, ceux qui décident si souvent de la climatologie du Languedoc et même de celle de la France. Nous conclurons encore que, pour la prévision du temps, comme pour l'histoire des météores, il importe de s'assurer de la présence ou du voisinage de plusieurs courants, et de constater un antagonisme qui doit être suivi d'effets proportionnels à leur action. D'un autre côté, la science générale, devant comprendre l'ensemble des phénomènes, rencontre forcément un critérium de toutes ses théories, qui d'ailleurs seraient frappées d'impuissance du moment qu'elles n'auraient en vue qu'un seul courant, et enfin quelque fait plus ou moins important de sa propagation.

En suivant une marche peu ambitieuse en apparence, en s'occupant d'un climat séparément pour diviser le champ des

observations et les rapporter à un grand centre indépendant, mais bien indiqué, sans recourir alors à cette multiplicité d'observations qui, au dire de l'amiral Fitz-Roy et de bien d'autres savants, servent parfois à faire de leur application une œuvre décourageante sinon impossible, on peut les rendre immédiatement utiles, et aborder sérieusement la science des météores et l'étude des phénomènes généraux de l'atmosphère.

Les Marées dans la Méditerranée, par M. **Vigan**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (¹).

Les marées de la Méditerranée obéissent-elles aux mêmes lois que les marées de l'Océan?

Les oscillations périodiques dues à l'influence de la Lune et du Soleil, quoique très faibles, ont-elles assez d'amplitude pour rester apparentes malgré les causes perturbatrices, et pour que la loi de leur succession puisse être mise en évidence, même par des observations discontinues, les seules qui se pratiquent en général dans les ports?

Dans le cas de l'affirmative, quelle est, dans les diverses régions de la Méditerranée, l'amplitude des oscillations dues à l'attraction des astres?

Dans quel sens et dans quelle proportion se trouve-t-elle affectée par les causes perturbatrices?

Comment se forment les marées de la Méditerranée et comment se propagent-elles?

Telles sont les questions que nous nous sommes posées et que nous avons pu résoudre, en nous servant de nos propres observations et des renseignements que nous avons puisés à diverses sources.

Il n'existe sur le littoral français de la Méditerranée qu'un marégraphe enregistreur. Le port de Cette seul est doté d'un appareil de cette nature (²). Un second marégraphe sert, dans le même port, à l'observation des marées, non plus dans la mer même, mais dans l'étang de Thau. Dans les autres ports de la Méditerranée, on se contente de noter trois fois par jour la hauteur des eaux.

Il est facile de faire ressortir, rien qu'au moyen de ces constatations à long intervalle, tout aussi clairement que si l'on disposait de tracés marégraphiques continus, que les marées suivent dans la Méditerranée les mêmes lois que dans l'Océan.

(¹) *L'Astronomie*, Revue mensuelle d'Astronomie populaire et de Météorologie, publiée par M. C. Flammarion, chez M. Gauthier-Villars.

(²) Des décisions récentes de l'administration ont autorisé l'établissement de deux marégraphes, l'un à Marseille, l'autre à Nice.

En effet, en admettant *a priori* l'identité des deux phénomènes, à l'échelle près, il en résulte pour l'ensemble des lectures, ou, si l'on aime mieux, pour les courbes qui les traduisent graphiquement, certaines conditions. Recherchons les plus essentielles de ces conditions et assurons-nous qu'elles se trouvent vérifiées.

Cette étude empruntera un caractère particulier d'intérêt à cette circonstance, que, sur tout le littoral méditerranéen, entre Cette et Livourne, les eaux de la mer se meuvent en quelque sorte tout d'une pièce. Par suite, on obtiendra, abstraction faite des causes perturbatrices, des courbes presque superposables dans les divers ports de cette région où l'on voudrait traduire graphiquement les observations trihoraires effectuées aux mêmes heures qu'à Nice.

En premier lieu, il est aisé de voir que chacune des courbes représentatives d'une série d'observations d'une même heure doit avoir les mêmes formes générales que les courbes représentatives d'observations continues, telles que les tracerait un marégraphe enregistreur. La différence consiste seulement en ceci, si l'on s'en tient aux formes générales, que la période au bout de laquelle ces formes se produisent est, pour ces dernières, égale à la demi-durée du jour lunaire, tandis que pour les premières elle est égale à la demi-durée du mois lunaire.

Ce premier point une fois acquis, il en résulte immédiatement que les courbes qui correspondent aux observations faites de vingt-quatre en vingt-quatre heures, mais à des heures différentes de la journée, ne sont, dans leurs formes générales, que la reproduction d'une seule et même courbe transportée parallèlement à elle-même dans des positions diverses, de façon que les points similaires (les maxima, les minima, etc.) de deux de ces courbes se trouvent placés à des distances constantes et faciles à calculer.

De plus, à raison de l'égalité qui existe entre la durée du mois lunaire et celle du retour des courbes mensuelles de marée aux mêmes formes périodiques, il est évident que, si l'on marque sur les épures les phases de la Lune, les figures qui traduisent ces phases occuperont toujours la même position par rapport aux courbes.

Ce n'est pas tout.

Sur tout le littoral compris entre Cette et Livourne, l'observation de 7^h du matin précède d'une heure seulement, lors des syzygies, le plein de la marée Il suit de là que, comme aux environs des syzygies les marées conservent sensiblement la même amplitude pendant deux ou trois jours, les maxima de la courbe de 7^h du matin doivent précéder d'un jour environ les jours de syzygies. La position des points maxima de la

courbe de 7^h du matin, et par suite celle des points maxima des autres courbes par rapport aux phases de la Lune, en découlent immédiatement.

Les relations indiquées ci-dessus s'effacent plus ou moins sous l'action des causes perturbatrices; mais, lorsque cette action s'affaiblit, elles se manifestent de nouveau avec leurs divers caractères, comme si rien n'était venu en troubler le cours.

Si l'on ne considère que les séries de jours pendant lesquels les courbes présentent des formes régulières, on peut conclure de leur examen que, sur le littoral des Alpes-Maritimes, l'amplitude de la marée proprement dite ne s'écarte guère, pendant toute l'année, d'une valeur moyenne de $0^m,15$ à $0^m,20$, s'abaissant assez fréquemment à une dizaine de centimètres, et quelquefois à un chiffre encore moindre, au moment des quadratures, et dépassant rarement $0^m,25$.

Ces conclusions sont applicables à la grande majorité des ports de la Méditerranée, où des observations plus ou moins régulières ont été faites.

Presque partout *les marées se manifestent avec les mêmes caractères que dans l'Océan;* il n'y a de différence que dans l'amplitude des mouvements. D'une manière générale, cette amplitude a la valeur moyenne et les valeurs extrêmes que nous avons constatées à Nice, avec une variation maximum qu'on pourrait fixer à $0^m,10$ en plus ou en moins.

Nous ne connaissons guère que trois régions où le phénomène se présente, au point de vue de l'amplitude, dans des proportions beaucoup plus considérables : à l'entrée de la Méditerranée, au fond de la mer Adriatique, et à Sfax, au fond du golfe de Gabès. Dans la baie de Gibraltar, la hauteur des marées atteint $1^m,60$ à 2^m. A Venise, l'amplitude moyenne des marées est de $0^m,50$ à $0^m,60$. A Trieste, elle est de $0^m,70$. Il est digne de remarque que, dans la mer Adriatique, l'amplitude de la marée va en augmentant graduellement de l'entrée vers le fond.

A Brindisi, elle est seulement de $0^m,19$. A Ancône, la moyenne s'élève à $0^m,40$, et passe, à Venise et à Trieste, aux chiffres que nous venons de faire connaître. Il se produit là, sur une échelle moindre, le même phénomène que dans la Manche, dans la baie de Fundy, etc.

Dans la Méditerranée, comme dans les Océans, la résistance opposée à la marche de la marée par le resserrement des rivages et le relèvement du fond occasionne une augmentation relativement considérable de l'amplitude normale.

Les mêmes causes engendrent les mêmes effets dans le golfe de Gabès, entre le banc de Kerkenah et l'île de Djerbah. Le caractère exceptionnel des marées s'y manifeste d'une manière

encore plus frappante que dans la mer Adriatique. La hauteur des marées au fond du golfe est, dans les circonstances ordinaires, de 1^m à $1^m,25$; elle s'élève quelquefois jusqu'à 2^m.

Il existe dans le bassin de la Méditerranée plusieurs points qui échappent à la loi ordinaire des marées. Dans le golfe de Fiume par exemple, non loin de Trieste, il n'y a par jour qu'un seul flux et reflux. De plus l'heure du maximum et du minimum n'y recule pas journellement avec la culmination de la Lune, mais reste pour ainsi dire la même pendant plusieurs semaines et avance seulement de deux heures par mois en moyenne, de telle sorte qu'elle ne revient à la même heure du jour qu'après douze mois. A Négrepont, au contraire, on compte, dit-on, à certains jours de chaque lunaison, jusqu'à quatorze flux et reflux par vingt-quatre heures.

Les *causes perturbatrices* augmentent considérablement le champ normal des oscillations du niveau de la mer. Dans la Méditerranée, ces causes paraissent se réduire aux variations de la pression atmosphérique et à l'action des vents. (Il n'y a pas lieu de mentionner à part l'action des courants, parce qu'il n'existe, du moins sur nos côtes, d'autres courants que ceux engendrés par les vents.)

L'influence de la *pression atmosphérique* est bien plus importante que celle des vents; celle-ci ne devient sensible que si le vent souffle avec violence; nous en fournirons prochainement la preuve.

On peut se faire une idée des dénivellations que les seules variations de la pression atmosphérique sont capables de produire.

A Nice, par exemple, la pression moyenne annuelle est de $0^m,76085$; le maximum observé est de $0^m,7793$, et le minimum de $0^m,7352$, les hauteurs étant ramenées au niveau de la mer et à la température zéro.

Au maximum de $0^m,7793$ correspond, par rapport au niveau qui a lieu sous la pression moyenne de $0^m,7608$, un abaissement de $0^m,0185 \times 13,3$, soit de $0^m,246$, le nombre 13,3 représentant la densité du mercure par rapport à l'eau de mer.

Au minimum de $0^m,7352$ correspond un relèvement de $0^m,0256 \times 13,3$, soit de $0^m,340$.

La hauteur de la zone dans laquelle oscille la surface de la mer, sous la seule action de la pression barométrique, est donc de $0^m,246 + 0^m,340$, soit de $0^m,586$.

Année moyenne, l'écart barométrique, à Nice, est de $0^m,0352$, ce qui donne à la zone des variations du niveau de la mer une hauteur de $0^m,0352 \times 13,3$ ou $0^m,468$.

C'est plus que le *double de l'amplitude moyenne de la marée* luni-solaire.

Les effets de la pression atmosphérique se manifestent, dans

certains jours, sous une forme frappante. Lorsqu'on voit les eaux s'abaisser au delà de leur minimum habituel, on peut être certain que le baromètre dépasse de son côté le maximum ordinaire de sa course. Le fait se produit presque chaque année, en hiver ([1]).

Entrons maintenant dans quelques détails relativement à l'influence des *brises* et des *vents*.

On est généralement porté à croire que, poussées par la brise de mer qui se lève vers 8^h du matin, succédant aux vents de terre et au calme pour s'éteindre au coucher du soleil, les eaux sont plus hautes à midi qu'à 7^h du matin.

Il n'en est rien cependant : c'est l'inverse qui se réalise à Nice.

La même circonstance se reproduit dans tous les ports du littoral nord de la Méditerranée dont nous avons pu nous procurer les observations. Partout le niveau moyen de la mer à midi est plus bas que le matin, que les observations se fassent à 6^h, à 7^h ou à 8^h.

Il n'y a pas à faire intervenir la pression atmosphérique dans l'explication de ce phénomène, cette pression restant la même à midi que vers 7^h du matin, ou, du moins, la différence ne se traduisant que par une petite fraction de millimètre. La dénivellation ne peut être occasionnée que par la marée solaire.

Sur tout le littoral méditerranéen, entre Cette et Livourne, la haute mer du matin, lors des syzygies, a lieu à 8^h environ, après le passage de la Lune au méridien.

Il semble qu'on puisse conclure de là que, si les deux astres attirants étaient confondus en un seul, on observerait tous les jours une haute mer huit heures environ après le passage de cet astre au méridien, et que l'action du Soleil, considérée isolément, doive s'exercer dans ces conditions.

La courbe des marées solaires présentera donc un maximum vers 8^h du matin et un autre vers 8^h du soir, et deux minima, l'un vers 2^h du soir, l'autre vers 2^h du matin.

Ces éléments une fois acquis, si l'on considère sur cette courbe les ordonnées qui correspondent à 7^h du matin, à midi et à 5^h du soir, on s'expliquera aisément les différences d'altitude accusées par nos observations.

On peut encore déduire de ce qui précède la valeur maximum du relèvement du niveau de la mer attribuable aux brises diurnes.

En effet, la dénivellation provenant de l'action solaire à deux heures quelconques de la journée est au plus égale à $\frac{1}{4} \times 0^m,20$,

---

([1]) *Voir* l'*Abaissement de la mer à Antibes en janvier dernier* (*L'Astronomie*, n° 1, p. 26).

soit à $0^m,05$, en admettant que la marée solaire soit le tiers de la marée lunaire, ou, ce qui revient au même, le quart de la marée totale.

Or, l'abaissement constaté entre 7^h du matin et midi est d'environ $0^m,03$.

Le relèvement attribuable à l'effet des brises est donc au maximum de $0^m,02$.

En réalité, il doit être bien inférieur à ce maximum; car la somme des ordonnées de 7^h du matin et de midi, prises sur la courbe de la marée solaire rapportée au niveau moyen de la mer, est loin d'égaler la somme des ordonnées de 8^h du matin et de 2^h du soir, qui correspondent au plus haut et au plus bas de la marée solaire.

On peut donc dire que les brises ne produisent qu'un effet absolument négligeable sur le niveau des eaux de la mer.

Les vents sont susceptibles de donner naissance à des dénivellations notables lorsqu'ils soufflent avec force.

A Cette, le 25 décembre 1870, par une formidable tempête du Sud-Sud-Est, la mer monta à $1^m,08$ au-dessus de son niveau moyen, soit à $1^m,60$ au-dessus du niveau des plus basses mers. A Ancône, on a observé des montées de $0^m,85$ au-dessus du niveau moyen, soit de $1^m,60$ au-dessus du niveau des plus basses mers. — A Trieste, le 14 octobre 1875, la mer s'est élevée à 2^m au-dessus du zéro de l'échelle du port, zéro qui correspond au niveau moyen des basses mers. A Fiume, le plus grand écart entre la haute et la basse mer est estimé à $1^m,58$. A Venise, le 15 janvier 1867, la mer atteignit une hauteur de $2^m,38$ au-dessus des plus basses mers.

Les ingénieurs du port de Venise considèrent comme une éventualité possible une dénivellation de 3^m entre les plus hautes et les plus basses mers. Ils ont même jugé prudent de donner une hauteur proportionnelle de $3^m,60$ au quadrillé sur lequel le marégraphe inscrit les mouvements du niveau des eaux, le niveau moyen des hautes mers occupant le milieu de la feuille.

Nous n'avons jamais observé à Nice des dénivellations de plus de 1^m entre les plus hautes et les plus basses mers. Les plus basses eaux ne dépassent pas la cote $-0^m,60$, et les plus hautes eaux la cote $+0^m,40$, ces cotes étant rapportées au plan de comparaison du nivellement général de France.

Le mode de formation des marées de la Méditerranée a donné naissance à des opinions diverses, émises en quelque sorte au sentiment.

Bélidor, dans son *Architecture hydraulique*, s'est prononcé pour la formation sur place et a attribué à la Méditerranée une marée propre.

Chazallon, au contraire, dans son *Annuaire des marées* de

1840, considère le flux et le reflux de la Méditerranée comme une émanation de la marée de l'Océan.

Pour pouvoir opter entre ces deux hypothèses, il suffisait de se procurer la valeur de l'*établissement du port* sur un certain nombre de points du littoral.

C'est à ce moyen que nous avons eu recours, en mettant à contribution l'obligeance de nos camarades tant en France qu'à l'étranger.

Le Tableau que nous avons ainsi dressé révèle plusieurs circonstances intéressantes. En premier lieu, on voit un changement considérable se produire, dans l'heure de l'établissement, d'un côté à l'autre du bras de mer qui sépare la Sicile de la Tunisie. Il doit probablement être attribué au rétrécissement que présente, tant en plan qu'en élévation, la section de la Méditerranée entre le cap Granitola et le cap Bon.

Il existe sur cet étroit espace, parsemé d'îles et d'écueils, une ligne de faîte fortement accusée, qui divise, au point de vue de la propagation de la marée comme au point de vue topographique, la Méditerranée en deux bassins distincts.

La limite séparative de ces deux bassins sur le littoral sicilien se trouve nettement indiquée, puisque Trapani, à l'extrémité ouest de l'île, appartient à l'un des bassins, et Girgenti à l'autre.

Dans chacun des bassins, la marée se propage de l'Ouest vers l'Est, c'est-à-dire en sens inverse du mouvement diurne. On ne saurait dès lors la considérer comme produite par l'attraction de la Lune et du Soleil, à l'égal de celle de l'Océan; elle ne diffère pas, comme origine, de celle de la Manche; *c'est une dérivation de la grande onde marée de l'Océan* à travers le détroit de Gibraltar.

Ce n'est pas à dire pour cela que l'attraction des astres n'engendre pas une marée dans la Méditerranée; on a constaté, paraît-il, des mouvements de flux et de reflux sur des mers fermées d'une étendue bien moindre, sur le lac Michigan, par exemple, dans les États-Unis d'Amérique.

Cela prouve seulement que la marée due à l'attraction de la Lune et du Soleil est de beaucoup inférieure à celle qui se propage par le détroit de Gibraltar.

Ainsi, en résumé, contrairement à l'opinion générale, *la Méditerranée a de véritables marées.*

NOTE SUR LA COMPOSITION DES VINS DE MARC, par M. **Aimé Girard.**

Des divers procédés auxquels l'art de faire le vin peut recourir pour combler, par le sucrage, le déficit de nos récoltes, le plus simple, celui que le vigneron emploie le plus habituellement, est celui qui consiste à reprendre le marc de la

vendange, à le recouvrir d'eau sucrée et à abandonner ce mélange à la vinification. Des quantités considérables de vin ont été, en 1881, obtenues par ce procédé, dont Petiot a été l'initiateur, et tout permet de prévoir que cette année on verra ces quantités devenir plus considérables encore.

En présence de ce mouvement, auquel on ne saurait qu'applaudir, il m'a semblé qu'il serait utile d'entreprendre des recherches dans le but d'établir la composition chimique des boissons ainsi préparées, et de la comparer à celle des vins ordinaires.

D'une part, en effet, des opinions différentes ont cours à leur sujet; les uns les considèrent comme identiques aux vins de la vendange, les autres leur refusent toutes qualités; tandis que, d'autre part, nous ne possédons sur leur composition que très peu de renseignements. Si je ne me trompe même, il n'existe que deux analyses de vins de cette sorte d'origine certaine, c'est-à-dire de vins à la préparation desquels l'analyste ait assisté : l'une de ces analyses est due à M. Boussingault, l'autre à M. Ladrey.

Cependant c'est seulement aux analyses faites dans les conditions que je viens d'indiquer qu'il est permis d'avoir confiance; aussi est-ce dans ces conditions, précisément, que je me suis placé.

Au lieu de soumettre à l'analyse les vins obtenus par le sucrage des marcs que l'on rencontre dans le commerce, j'ai tenu à préparer moi-même les vins que je voulais étudier.

Dans ce but, j'ai, l'an dernier, au mois de septembre et d'octobre, demandé à divers vignerons du marc de leur vendange. Ces marcs, tantôt encore noyés dans leur vin, tantôt fortement pressés, m'ont été envoyés du Bordelais, de la Bourgogne, de l'Hérault, du Cher, de l'Isère, et tous me sont parvenus absolument sains.

A l'aide de ces marcs et dans des conditions diverses, j'ai préparé les vins que je voulais analyser. Obligé d'opérer sur des quantités restreintes (6^{lit} à 8^{lit} pour chaque cuvée), et craignant le trouble que le refroidissement extérieur aurait pu apporter à la marche du travail, j'ai transformé en cuverie une pièce de mon laboratoire, maintenue constamment à la température de 22°-24°. Là, ont été placés simultanément, logés dans de grands vases de verre, munis de bondes hydrauliques, les divers mélanges de marc et d'eau sucrée que je me proposais de vérifier. Toutes les fermentations, dans ces conditions, ont été régulières et se sont accomplies, sans trouble aucun, en un temps qui, suivant les mélanges, a varié de sept à dix jours.

Mes premiers essais ont eu pour objectif des vins analogues à ceux que nos vignerons préparent habituellement, et à la

préparation desquels intervient une quantité d'eau égale à celle du vin déjà récolté, eau dans laquelle on a fait dissoudre 17gr, ou mieux, 18gr de sucre cristallisé pour chaque degré alcoolique que l'on prétend obtenir. Ces vins, je les ai préparés en ajoutant à chaque litre d'eau 180gr de sucre et 250gr de marc pressé; les proportions de sucre, en un mot, ont été telles, que tous ces vins eussent une richesse alcoolique comprise entre 9° et 11°.

Décuvés, aussitôt la fermentation achevée, ces vins ont été laissés en cave jusqu'au 15 mars, soutirés alors et embouteillés, pour être ensuite soumis à l'analyse. Parallèlement à ces vins, j'ai examiné également ceux qui, provenant de la vendange même, avaient été obtenus par les vignerons.

Parmi les produits fournis par la fermentation du sucre, je me suis, en général, contenté de doser l'alcool; les proportions de glycérine et d'acide succinique (qui cependant ont été dosées dans quelques cas, afin de vérifier la régularité de la fermentation) sont, en effet, liées intimement à la richesse alcoolique, et c'est sur les produits enlevés au marc qu'il m'a paru plutôt utile de porter mon attention; l'extrait sec a été obtenu dans le vide, à froid; le tartre, dosé par évaporation; le tannin et la matière colorante, par le procédé que j'ai récemment fait connaître; l'intensité de la coloration, enfin, comparée à celle du vin de vendange prise comme unité, au moyen du colorimètre de M. Laurent.

Les résultats fournis par cette première série d'essais sont résumés ci-dessous :

Composition comparée des vins de vendange et des vins de marc, par litre.

	Alcool en volumes.	Extrait dans le vide à froid.	Crème de tartre.	Tannin et matière colorante.	Intensité de la coloration.
Vin de Bordeaux (haut Médoc).	cc	gr	gr	gr	
(La Barde) vin de la vend .	124	29,80	2,400	3,620	100,0
» vin de marc....	110	18,13	1,980	1,480	23,8
(Cautenac) vin de la vend..	115	30,40	2,420	non dosé	100
» vin de marc....	101	17,80	2,045	0,900	17,2
Vin de Bourgogne (Yonne).					
(Épineuil) vin de la vend..	106	24,10	2,680	2,730	100
» vin de marc....	104	17,40	1,770	0,413	17,5
Vin du Cher.					
(Montrichard) vin de la vend.	90	27,60	3,215	2,860	100
» vin de marc..	105	13,70	1,850	0,320	36,3
Vin de l'Hérault.					
(Capestang) vin de la vend.	85	24,70	2,560	1,060	100
» vin de marc...	110	14,30	1,600	0,390	55,5
Vin de l'Isère.					
(Tullein) vin de la vend...	95	25,30	2,415	2,660	100
» vin de marc.....	91	15,70	1,890	1,200	51,5

De l'examen des nombres inscrits dans ce Tableau, on peut conclure que :

1° Les vins obtenus par la première fermentation du sucre, en présence des marcs, fournissent tous, quand ils titrent de 9° à 11° d'alcool, une quantité d'extrait moindre que celle fournie par les vins de la vendange correspondants : cette quantité varie entre 50 et 75 pour 100 du poids de celle-ci; elle ne s'abaisse guère au-dessous de 14gr par litre et s'élève rarement au-dessus de 18gr, si la fermentation est complète.

2° La proportion de tartre y est toujours inférieure à ce qu'elle est dans le vin de vendange; très voisine de 2gr par litre, elle ne s'abaisse pas au-dessous de 1gr,600.

3° Les proportions de tannin et de matières colorantes y sont également inférieures à ce qu'elles sont dans le vin de la vendange; mais, dans ce cas, la diminution varie considérablement suivant la nature du marc : quelquefois elle n'est que de moitié, quelquefois elle atteint les quatre cinquièmes.

4° L'intensité de la coloration est toujours moindre que celle des vins de vendange et la diminution de cette intensité, souvent très grande, varie de 50 à 75 pour 100 [1].

Cependant, ce n'est pas aux essais qui précèdent que j'ai cru devoir borner mes recherches, et, après avoir constaté les différences qui existent entre les vins de marc et les vins de vendange, j'ai été amené à examiner s'il serait possible de faire disparaître ces différences, en laissant les premiers séjourner sous le chapeau.

Des vins semblables à ceux qui viennent d'être étudiés ont été préparés; mais, au lieu de les décuver aussitôt la fermentation achevée, je les ai abandonnés, sous le chapeau, jusqu'au commencement de mars, c'est-à-dire pendant quatre mois. Décuvés alors et analysés, ces vins ont offert la composition suivante :

	Alcool en volume.	Extrait dans le vide à froid.	Crème de tartre.	Tannin et matière colorante.	Colorations comparées à celles du vin de la vendange.
	cc	gr	gr	gr	
Bordeaux (La Barde)...	105	18,60	1,050	1,090	16,1
Bordeaux (Cautenac)...	105	16,20	1,055	0,510	6,0
Bourgogne (Epineuil)...	104	17,00	1,020	0,520	14,3
Cher (Montrichard)....	109	14,40	1,200	0,310	45,0
Hérault (Capestang)....	104	13,40	1,110	0,450	27,7
Isère (Tullein)........	101	16,80	1,640	1,070	37,7

(1) J'ai, depuis, soumis à l'analyse un certain nombre de vins de marc produits par divers propriétaires ou vignerons; leur composition s'est toujours montrée comprise dans les limites que m'a conduit à indiquer l'étude des vins que j'avais préparés.

Si l'on compare les nombres ci-dessus aux nombres fournis par l'analyse des mêmes vins décuvés aussitôt après fermentation, on reconnaît que le résultat obtenu par un séjour prolongé du vin au contact du marc est tout autre qu'on aurait pu le prévoir, et qu'au lieu de s'enrichir le vin s'est, au contraire, appauvri, en abandonnant peu à peu à ce marc une partie du tartre, du tannin, de la matière colorante qui, d'abord, étaient entrés en dissolution; d'où il résulte que la fabrication du vin de marc n'a aucun intérêt à prolonger la cuvaison au delà des limites ordinaires.

Je me suis demandé également s'il serait possible d'améliorer ces vins, en augmentant la proportion du marc par rapport à celle de l'eau sucrée. Dans ce but, avec trois des marcs que j'avais à ma disposition, j'ai préparé des vins dans lesquels la proportion de marc, double de celle habituellement employée, s'élevait à 500^{gr} par litre d'eau sucrée; voici le résultat de l'analyse de ces vins :

	Alcool en volume.	Extrait dans le vide à froid.	Crème de tartre.	Tannin et matière colorante.	Colorations comparées à celles du vin de la vendange.
	cc	gr	gr	gr	
Bordeaux (La Barde)...	97	18,50	2,130	1,330	»
» décuvé après quatre mois.	99	19,10	1,130	»	»
Bourgogne (Epineuil)...	105	16,20	1,508	0,878	35,7
» décuvé après quatre mois.	102	17,00	0,923	0,611	29,6
Hérault (Capestang)....	110	15,80	1,985	1,080	74,0
» décuvé après quatre mois.	110	14,80	1,130	0,540	24,4

De ces analyses, il est permis de conclure que, sans doute, en doublant la proportion de marc habituellement employée, on réalise, surtout pour les vins naturellement peu colorés, un gain sensible en tannin et en matière colorante, mais que ce gain n'influe pas d'une manière sérieuse sur l'ensemble des substances fixes contenues dans le vin, et n'est pas tel, en somme, qu'il y ait avantage à modifier les proportions de marc et d'eau sucrée habituellement employées.

Il est cependant un cas dans lequel le vigneron semble devoir retirer d'une modification de ce genre un bénéfice notable; ce cas est celui où, le vin de vendange ayant été obtenu à l'aide de raisin égrappé, il ajoute au marc, avant de le recouvrir d'eau sucrée, les rafles mises en réserve au moment de l'égrappage. En opérant de cette façon sur un marc du Bordelais mélangé de moitié de son poids de rafle,

j'ai vu, comme le montre le Tableau ci-dessous, la proportion de tannin augmenter dans une large mesure, et s'élever au même chiffre que dans le vin de la vendange :

	Alcool en volume.	Extrait dans le vide à froid.	Crème de tartre.	Tannin et matière colorante.	Colorations comparées à celles du vin de la vendange, pour 100.
	cc	gr	gr	gr	
Bordeaux (La Barde)...	98	20,30	1,93	3,55	25
» décuvé après quatre mois	90	18,80	1,19	2,07	15

En résumé, les recherches dont je viens d'indiquer les points principaux établissent que les vins obtenus par la fermentation du sucre en présence des marcs de vendange, vins auxquels il convient, à mon avis, de donner le nom de *vins de marc*, ont une composition assez régulière pour qu'on puisse les considérer comme un produit commercial défini; que la composition de ces vins leur assigne des qualités alimentaires et hygiéniques équivalentes aux deux tiers, à la moitié, dans les cas les plus défavorables, des qualités des vins ordinaires; que cette composition est telle enfin, que, préparés avec soin à la richesse de 9 à 10 pour 100 d'alcool, ces vins de marc constituent une boisson éminemment utile et recommandable, dont le prix de revient ne dépasse pas actuellement 20^{fr} à 22^{fr} l'hectolitre, et s'abaisserait à 17^{fr} ou 18^{fr} s'il était possible de réduire, au grand bénéfice de notre agriculture, l'impôt du sucre à 25^{fr} les 100^{kg}.

Nota. — Je ne parle, en ce moment, que des vins obtenus par une première cuvaison du marc; ceux que quelques personnes conseillent de préparer en versant, à la suite de cette première cuvaison, de nouvelles quantités d'eau sucrée sur le résidu qu'elle a laissé, sont très pauvres en produits caractéristiques du vin, notamment en tannin et en matières colorantes, pour que la fabrication, à mon avis du moins, en soit avantageuse dans les conditions actuelles.

Le Gérant, E. Cottin,

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

3 SEPTEMBRE 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 127.

Théorie des aurores polaires ([1]).

Toutes les hypothèses qui ont été proposées pour expliquer les aurores polaires peuvent être rangées en deux catégories, selon que leurs auteurs ont considéré les aurores comme ayant la même cause que les autres phénomènes de magnétisme terrestre, ou comme étrangères à ces phénomènes. Nous ne ferons que mentionner très rapidement les hypothèses de cette seconde catégorie.

Muschenbroeck, Lemonnier pensaient qu'à certaines époques il s'exhale des entrailles de la Terre des nuées d'une matière assez légère pour s'évaporer, puis se rassembler dans les hautes régions, où cette matière s'enflamme, devient lumineuse et comme phosphorescente. « L'aurore boréale, selon les partisans de cette opinion, n'est pas une flamme comme celle de notre feu ordinaire; mais elle ressemble au phosphore, qui ne luit pas d'abord, et qui jette ensuite une lumière faible. » Euler expliquait l'aurore par l'impulsion des rayons solaires qui projettent à distance les particules des hautes régions de l'atmosphère, et les rendent lumineuses par la réflexion des mêmes rayons à leur surface. Le grand géomètre opposait cette théorie à celle de Mairan, qui resta dominante jusqu'au milieu du XVIIIe siècle. Mairan ne voyait dans les aurores boréales, comme dans la lumière zodiacale, que les effets produits par la pénétration de l'atmosphère du Soleil dans l'atmosphère de la Terre. Enfin quelques physiciens, comme l'abbé Hell, ne voyaient dans les aurores que des phénomènes optiques de réflexion ou de réfraction, analogues aux parhélies.

Il serait superflu de réfuter ces diverses explications, dont l'insuffisance s'explique par le peu de données précises qu'on

([1]) Extrait de l'ouvrage de M. A. Guillemin intitulé : *le Monde physique*, et actuellement en cours de publication, chez MM. Hachette et Cie.

possédait, il y a un siècle et demi, sur le phénomène lui-même et les circonstances de sa production. Arrivons aux théories qui le rattachent au magnétisme ou à l'électricité terrestre.

Halley ([1]) a le premier soupçonné une relation entre l'aurore polaire et les perturbations de l'aiguille aimantée, mais c'est en 1741 seulement que deux savants suédois, Hiorter et Celsius d'Upsala, confirmèrent les vues de Halley par des observations positives. Wargentin, en 1750, puis Canton et Wilke, mirent hors de doute cette coïncidence. A partir de cette époque, c'est le magnétisme terrestre ou l'électricité qui sert de base aux hypothèses sur la nature de l'aurore.

Eberhart, physicien allemand, et P. Frisi, de Pise, assimilaient la lumière polaire à celle que produisent les décharges électriques, dans les gaz raréfiés. Dalton adopta à peu près les mêmes idées; il les compléta seulement en expliquant les rayons auroraux par l'existence, dans les hautes régions de l'air, de particules ferrugineuses douées de propriétés magnétiques. Biot, qui avait étudié les aurores boréales dans le voyage qu'il fit aux îles Shetland, les assimilait à de véritables nuées, formées d'éléments extrêmement ténus et lumineux, flottant dans les airs. Pour expliquer la nature évidemment magnétique du phénomène, Biot supposait que ces éléments sont des particules métalliques, par conséquent d'excellents conducteurs du fluide électrique. Les couches de l'atmosphère étant chargées inégalement d'électricité, des colonnes de ces matières ténues servaient à l'écoulement du fluide qui illuminait sa route, ainsi qu'on l'observe toutes les fois que l'électricité passe à travers des conducteurs discontinus. Il restait à expliquer l'existence de ces colonnes de matière, et Biot invoquait pour cela les éruptions des volcans situés dans le voisinage des pôles magnétiques. Cette théorie ingénieuse ne put résister à l'objection présentée par Becquerel et basée sur ce fait d'expérience, que les matières vomies par les volcans ne contiennent aucune parcelle métallique, mais seulement

---

([1]) Halley a proposé, pour expliquer les aurores boréales, une hypothèse que Humboldt qualifie à bon droit de *fantaisiste*. D'après cette hypothèse, il existe à l'intérieur du globe, entre les couches sur lesquelles repose le sol et le noyau solide intérieur *également habité par les hommes*, un fluide lumineux, qui n'est autre que le fluide magnétique. C'est l'écoulement de ce fluide à travers les crevasses des roches et les fissures du sol qui, suivant Halley, produirait le phénomène des aurores polaires. L'écorce terrestre étant moins épaisse aux pôles, en raison de l'aplatissement, qu'à l'équateur, le fluide trouve plus naturellement un passage dans les régions polaires que partout ailleurs. Halley admettait, en outre, que la rotation du noyau interne était cause des variations diurnes et annuelles de la déclinaison.

des substances dépourvues de toute conductibilité électrique.

Nous arrivons maintenant aux théories contemporaines des aurores polaires, parmi lesquelles nous analyserons celle qui a été proposée par M. de la Rive et qui est la plus généralement adoptée. Auparavant, citons encore la façon dont humboldt envisage le phénomène dans son *Cosmos*. « L'aurore boréale, dit-il, ne doit pas être considérée comme la cause de la perturbation qui trouble l'équilibre du magnétisme terrestre, mais comme le résultat de l'activité du globe, exaltée jusqu'à la production de phénomènes lumineux, et qui se manifeste, d'un côté, par cette illumination polaire de la voûte céleste, de l'autre par les oscillations désordonnées de l'aiguille aimantée. On voit, d'après cela, que la lumière polaire est une sorte de décharge sans détonation, l'acte qui met fin à l'orage magnétique, de même que, dans les orages électriques, l'équilibre détruit se rétablit par un autre phénomène lumineux, l'éclair accompagné de tonnerre. » Il reste à savoir, si cette vue de Humboldt est vraie, comment on peut rendre compte de l'état magnétique orageux où se trouvent presque constamment les hautes régions de l'atmosphère dans le voisinage des deux pôles terrestres.

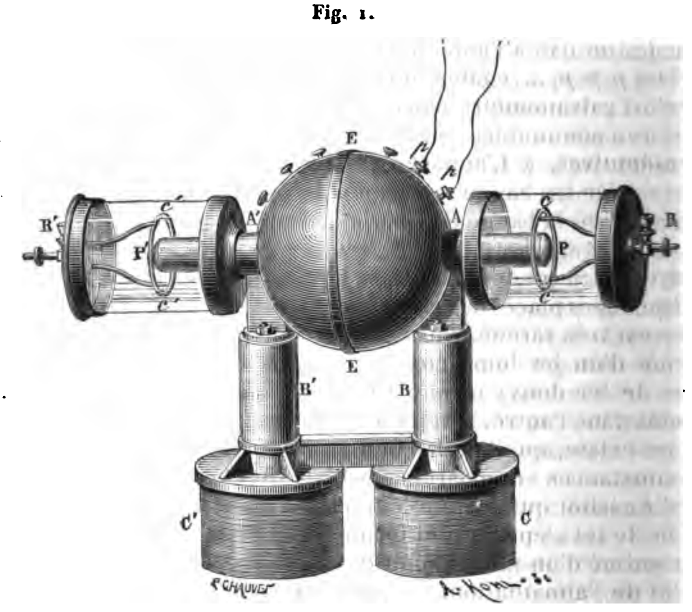
Voici quelle est, selon M. de la Rive, la solution de ce problème. Il considère d'abord que deux points généraux sont définitivement acquis à la Science : le premier est la coïncidence des aurores boréales et des aurores australes; le second point démontre que le phénomène des aurores se passe en général dans les plus hautes régions de l'atmosphère, mais non en dehors. Ces deux points admis, le savant physicien croit que les vents alizés portent jusqu'aux régions polaires l'électricité positive qui s'élève dans l'air avec les vapeurs des mers tropicales. Cette électricité, accumulée près des pôles, agit par influence sur l'électricité négative dont le globe terrestre est chargé. De là une condensation des électricités contraires et une neutralisation sous forme de décharges plus ou moins fréquentes, dès que la tension des deux fluides atteint sa limite. « Ces décharges, dit-il, doivent avoir lieu presque simultanément aux deux pôles, puisque, la conductibilité de la Terre étant parfaite, la tension électrique doit y être sensiblement la même, avec quelques légères différences seulement, provenant des variations accidentelles de la couche d'air interposée entre les deux électricités. Il y a donc ainsi sur la Terre, pendant l'apparition des aurores, deux courants allant des pôles à l'équateur; mais, si la décharge n'a lieu qu'à l'un des pôles, au pôle austral par exemple, on n'a plus dans l'hémisphère boréal de courant dirigé du nord au sud, mais un courant dirigé du sud au nord, plus faible, il est vrai. Ce changement amène dans l'aiguille de la boussole une déclinaison

orientale, au lieu d'une déclinaison occidentale qui avait lieu quand la décharge s'opérait au pôle boréal, le courant étant dirigé du nord au sud. »

M. de la Rive trouve une confirmation de ces vues dans les variations de sens et d'intensité qui ont été constatées dans les courants que manifestent les fils télégraphiques pendant la durée des aurores. MM. Walker et Loomis, qui ont fait, le premier en Angleterre, et le second en Amérique, une étude particulière de ces courants, ont trouvé que non seulement ils varient d'intensité, mais aussi de direction, cheminant alternativement du nord au sud et du sud au nord. Ces variations concorderaient avec celles que présente la lumière des aurores, soit au point de vue de son éclat, soit au point de vue de ses perpétuelles oscillations.

On doit à M. de la Rive une expérience intéressante, par laquelle il a essayé de reproduire, dans ses principales circonstances, le phénomène naturel des aurores. L'appareil qu'il a imaginé dans ce but (*fig.* 1) se compose d'une sphère en

Fig. 1.



Appareil de la Rive pour la démonstration de sa théorie des aurores polaires

bois de $0^m,30$ à $0^m,35$ de diamètre, représentant la Terre et portant aux extrémités de son diamètre horizontal deux tiges AP, A'P' en fer doux, de $0^m,08$ à $0^m,10$ de longueur et de $0^m,03$ à $0^m,04$ de diamètre. Ces tiges reposent sur deux cylindres verticaux de fer doux B, B', qui servent également de support

à la sphère. On peut aimanter les deux cylindres et par suite les tiges de fer doux qui terminent l'axe horizontal de la sphère, soit en les entourant d'une hélice traversée par un courant électrique, soit en les plaçant, comme le montre la figure, sur les deux pôles d'un électro-aimant CC'. Les tiges de fer doux sont enveloppées chacune d'un manchon de verre de $0^m,16$ de diamètre et de $0^m,20$ de longueur, dont elles occupent l'axe jusqu'à son milieu. Les manchons sont hermétiquement fermés par deux rondelles métalliques dont l'une est traversée à son centre par la tige de fer doux, et dont l'autre porte intérieurement, au moyen de deux branches métalliques, un anneau *cc*, *c'c'*, également métallique, ayant son centre sur l'axe horizontal de la sphère, au point extrême de la tige de fer doux qui prolonge cet axe. Des robinets R, R' permettent de faire le vide dans les manchons et d'y introduire différents gaz.

Pour mettre l'appareil en action, on recouvre la boule de bois de deux fortes bandes de papier buvard, que l'on colle, l'une EE tout autour de son équateur, l'autre AEA' d'un pôle à l'autre. Celle-ci traverse la première et a ses extrémités en contact, en A et A', avec les tiges de fer doux. Sur la seconde bande, on fixe à l'aide de vis une série de petites plaques de cuivre *p*, *p*, *p*, ..., également espacées sur le même méridien. Le fil d'un galvanomètre placé à une distance de 10^m à 12^m établit une communication métallique entre deux de ces plaques consécutives. « L'appareil ainsi disposé, on humecte avec de l'eau salée les bandes en papier buvard; puis on met en communication la bande équatoriale avec l'électrode négative d'un appareil Ruhmkorff dont l'électrode positive communique, au moyen d'un conducteur qui se bifurque, avec les deux anneaux métalliques placés dans l'intérieur des manchons dans lesquels l'air est très raréfié. Aussitôt on voit la décharge partir sous forme d'un jet lumineux entre l'anneau et l'extrémité de la tige de fer doux; mais c'est tantôt dans l'un des manchons, tantôt dans l'autre, rarement dans tous les deux à la fois, que le jet éclate, quoique les deux milieux soient placés dans des circonstances en apparence parfaitement identiques.

« Aussitôt qu'on vient à aimanter les fers doux, dit M. de la Rive, le jet s'épanouit et forme autour de la tige centrale un arc animé d'un mouvement de rotation dont le sens dépend de celui de l'aimantation. Un point important à noter, c'est que, si l'air n'est pas trop raréfié, on voit, au moment où, la tige de fer doux étant aimantée, la rotation commence, le jet non seulement s'épanouir en arc, mais darder des rayons brillants qui, parfaitement distincts les uns des autres, tournent comme les rayons d'une roue avec une rapidité plus ou moins grande. On a là une représentation parfaitement exacte de ce qui se passe dans les aurores boréales, quand les arcs auroraux, tout

en étant animés d'un mouvement de rotation de l'ouest à l'est, dardent des jets lumineux dans les hautes régions de l'atmosphère. La production de ces jets n'a lieu qu'autant que le fer doux est aimanté, et elle accompagne le mouvement de rotation ; on peut la déterminer, si l'air est trop raréfié, en y introduisant goutte à goutte un liquide évaporable, de l'eau par exemple, qui se vaporise immédiatement.

« Si nous nous transportons maintenant vers le galvanomètre, auquel aboutissent les deux fils partant de deux plaques voisines placées sur la bande humectée qui elle-même va, comme un méridien, de l'un des pôles à l'autre, nous observons un courant dérivé dont le sens et l'intensité varient suivant que la décharge a lieu au pôle qui appartient à l'hémisphère où sont placées les plaques, ou à l'autre pôle. Nous pouvons également étudier très nettement l'effet dû aux polarités secondaires qu'acquièrent ces plaques en transmettant le courant dérivé; il suffit pour cela d'arrêter toute décharge. En variant ainsi les conditions de l'expérience, on peut reproduire dans la marche des galvanomètres placés dans le circuit des fils télégraphiques toutes les mêmes variations qui accompagnent fidèlement les différentes phases par lesquelles passent les décharges électriques des aurores boréales et australes. »

On doit aussi à M. Gaston Planté de curieuses expériences où ce savant électricien, employant les puissantes batteries secondaires dont on lui doit l'invention, reproduit quelques-uns des effets lumineux des aurores. Ces expériences lui ont suggéré une théorie qui diffère en plusieurs points de celle de M. de la Rive; nous allons en dire quelques mots.

Voici, d'après M. Planté, en quoi consistent les expériences en question : « Si l'on met, dit-il, l'électrode positive de la puissante batterie secondaire dont je fais usage en contact avec les parois humides d'un vase d'eau salée où plonge d'avance l'électrode négative, on observe, suivant la distance plus ou moins grande du liquide, soit une couronne formée de particules lumineuses disposées en cercle autour de l'électrode (*fig.* 2), soit en arc bordé d'une frange de rayons brillants (*fig.* 3), soit une ligne sinueuse qui se plie et se replie sur elle-même avec rapidité (*fig.* 4). Ce mouvement ondulatoire, en particulier, offre une complète analogie avec celui qu'on a comparé, dans les aurores, aux plis et aux replis d'un serpent, ou à ceux d'une draperie agitée par le vent. ».

La lumière, à cause de l'emploi de l'eau salée, est jaune, mais on y observe des teintes pourpres et violacées, là où l'eau provenant de la vapeur condensée est moins chargée de sel.

D'après M. Planté, le segment obscur des aurores a son analogue dans le segment humide environnant l'électrode et

autour duquel s'épanouit le courant voltaïque. Plus cette élec-

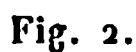


Fig. 2.



Expériences de M. Gaston Planté : Phénomène lumineux des aurores polaires. — Couronne.

Fig. 3.



Arc bordé de rayons.

Fig. 4.



Arc sinueux.

trode est immergée dans le liquide, plus ce dernier est agité

par le flux électrique, et il en résulte une ébullition lumineuse qu'il compare aux fluctuations des aurores polaires. Le bruissement qui en résulte explique celui qu'ont cru entendre certains observateurs des aurores. Enfin les perturbations magnétiques qui accompagnent celles-ci ont leurs analogues dans les agitations d'une aiguille aimantée qu'on place dans le voisinage du circuit.

« Il résulte encore de ces faits, dit M. Planté, que les aurores doivent être produites par un flux d'électricité *positive;* car les phénomènes lumineux sont les mêmes que ceux de l'électrode positive dans le voltamètre, et l'électrode négative n'offre rien de semblable. » C'est aussi ce qu'admet M. de la Rive; mais les aurores polaires sont-elles, comme le suppose ce dernier, une décharge entre l'électricité positive de l'atmosphère et celle de la Terre supposée négative? Ce n'est pas l'opinion de M. Planté, qui pense au contraire que l'électricité positive s'écoule vers les espaces planétaires et non vers le sol, à travers les brumes ou les nuages glacés qui flottent au-dessus des pôles. Enfin il ne regarde pas les régions équatoriales comme étant la source où se produit l'électricité positive qu'on suppose accumulée aux pôles : « elle proviendrait d'une charge primitive ou provision d'électricité propre à la Terre elle-même, emportée par elle à l'origine de sa formation, et qui tendrait à se dissiper, de même que la chaleur qu'elle possède, avec une lenteur extrême, en raison de sa masse considérable ».

Telles sont les théories proposées pour rendre compte de ce magnifique phénomène des aurores; telles sont les expériences ingénieuses à l'aide desquelles on a essayé d'en reproduire les circonstances. Nous nous bornons à les exposer, laissant aux physiciens la tâche de les discuter et de juger jusqu'à quel point elles paraissent fondées.

Rapport de M. Grandidier sur la mission envoyée par le Gouvernement dans le haut Niger et a Ségou.

Sur la côte occidentale de l'Afrique, un peu au-dessus du cap Vert, se jette dans l'océan Atlantique un fleuve important, le Sénégal, qui prend naissance sur le versant septentrional du Fouta Djallon et du Fouladougou, dont l'autre versant envoie des affluents au Djoliba ou Niger. Bien que son bassin appartienne à la France, il y a trois ans, la région du haut fleuve était encore à peu près inconnue, et la ville de Médine, qui n'est distante que de 600^{km} de son embouchure, était le dernier poste où flottait notre pavillon.

Autant dans l'intérêt de la science que pour l'extension légitime de notre influence, il était utile qu'une exploration

sérieuse fût entreprise de ce côté. Le Sénégal, en effet, est la voie naturelle pour gagner le haut Niger, et il ne nous était pas possible de rester plus longtemps immobiles et indifférents aux portes du Soudan, à une aussi grande distance de ce grand cours d'eau qui donne les moyens de pénétrer facilement au cœur du plateau central que les dernières découvertes ont révélé comme un pays riche, fertile et peuplé. Mungo-Park, en 1805, et Mage, en 1862, avaient bien donné un aperçu de la topographie de cette partie de l'Afrique, mais les notes laissées par le premier de ces deux voyageurs ne contiennent que des renseignements vagues, et le second n'a pu explorer les vallées du Bakhoy et du Baoulé, affluents les plus importants du Sénégal.

Aussi, en 1879, par ordre du Gouvernement colonial, le capitaine Gallieni et le lieutenant Vallière se sont-ils rendus à Bafoulabé, ville située à 130^{km} en amont de Médine, au confluent du Bafing et du Bakhoy, et, quoique la saison fût mauvaise, puisqu'on était en plein hivernage et que ces officiers durent faire leur voyage à travers des marécages sans fin, en proie aux fièvres si terribles à cette époque de l'année, ils rapportèrent un itinéraire complet de la route qu'ils avaient suivie le long du fleuve et ils obtinrent l'autorisation d'établir un poste à Bafoulabé.

Ce premier succès engagea le gouverneur, M. Brière de l'Isle, à confier au capitaine Gallieni la mission de gagner le Niger par les régions inexplorées du Bakhoy et du Fouladougou. Le 30 janvier 1880, l'expédition, composée de MM. Gallieni, Pietri et Vallière et des docteurs Tautin et Bayol, quitta Saint-Louis, emportant de nombreux cadeaux et escortée par une trentaine de soldats indigènes; le 26 février, elle était à Bakel, chef-lieu de nos possessions dans le haut fleuve, où elle compléta son organisation et réunit les bêtes de somme et les gens nécessaires, et elle prit définitivement la route de terre le 7 mars. Après quelques jours de repos à Bafoulabé, le 2 avril, elle traversa le Bafing ou fleuve Noir, à son confluent avec le Bakhoy ou fleuve Blanc : le Bafing, qui vient du sud et dont la largeur en cet endroit est de 450^{m} environ avec une profondeur moyenne de 5^{m} à 6^{m}, est, malgré l'existence de quelques gués, navigable pour les chalands du commerce et permet des communications faciles avec le pays du Bambouk; la vallée du Bakhoy conduit droit au Niger, et il y avait un intérêt réel à étudier la contrée que baignent cette rivière et ses affluents et à entrer en relation avec les tribus qui l'habitent.

La vallée que suivit le capitaine Gallieni est large de 3^{km} à 5^{km} et bordée des deux côtés par des montagnes rocheuses aux flancs abruptes. Les habitants, les Malinkés,

accueillirent nos compatriotes avec un grand empressement, car ils haïssent les Toucouleurs, qui les tiennent sous leur domination et qui ont ruiné leur pays. Nous n'avons pas à insister sur les difficultés qu'ont eu chaque jour à surmonter les voyageurs pour diriger leur convoi à travers cette région inconnue, à peu près déserte, où il n'existe que des sentiers étroits et que coupent de nombreux cours d'eau; toutes leurs nuits étaient troublées par les rugissements des lions et les grognements des hippopotames. Auprès de Goniokori, qui est la capitale du Fouladougou, le Bakhoy sort d'une gorge resserrée entre deux hautes murailles à pic; les voyageurs durent prendre la route du plateau pour atteindre Kita, où ils arrivèrent le 20 avril. Peu de jours après, le capitaine Gallieni signa avec le chef du pays un traité qui nous accordait le droit de fonder dans le Makadiambougou, quand bon nous semblerait, un établissement militaire et commercial: c'était là un résultat important, car Kita est placé à la réunion de cinq routes se dirigeant l'une vers nos établissements du haut Sénégal, une autre vers Nioro et les marchés maures du Sahara, une troisième vers Bammako et le Niger, et d'autres vers le Bouré et les pays aurifères du haut Bakhoy. C'est là que M. Pietri, qui avait quitté ses compagnons à Fangalla pour aller reconnaître la vallée du Baoulé, les rejoignit, et, le 27 avril, ils prirent tous la route de Bangassi. Ils traversèrent d'abord la partie orientale du Fouladougou, pays désert, où les hordes fanatiques des Toucouleurs ont apporté la désolation et accumulé les ruines ([1]). Tout alla bien au début. Insensibles aux fatigues et aux privations, n'ayant en vue que Bammako, où ils voulaient arborer le pavillon français, ils marchaient souvent pendant toute la journée sous un soleil brûlant, songeant avant tout à faciliter à leurs ânes fatigués et blessés par leurs charges le passage des obstacles que présentent à chaque pas ces contrées neuves et accidentées. Malheureusement les dispositions des habitants, d'abord bonnes, changèrent peu à

([1]) Mage, dans son *Voyage au Soudan*, a écrit l'histoire du prophète El-Hadj Oumar, qui a fondé avec l'aide des Toucouleurs un empire étendu dans la région du haut Niger et du haut Sénégal; mais cet empire n'a plus aujourd'hui l'unité politique et commerciale que ce nègre de génie lui avait momentanément donnée, autant par le prestige religieux dont il avait su s'entourer que par la terreur qu'il inspirait à tous ses voisins. Son fils Ahmadou, qui règne aujourd'hui à Segou, n'a plus la même autorité; peu à peu la révolte s'est mise parmi ses sujets, et son armée, qui est inférieure à 10000 hommes, n'a pas d'organisation sérieuse. En réalité, le sultan actuel ne règne plus que sur sa capitale et les territoires environnants; on estime qu'il a tout au plus sous sa dépendance directe 150 à 200 villages, comprenant environ 100000 habitants.

peu, et les mauvaises intentions des Béléris devinrent bientôt trop évidentes : on interdisait à nos compatriotes l'entrée des *tatas* ou enceintes en terre qui entourent les villages; les femmes et les enfants ne venaient plus au camp pour mendier de petits cadeaux de verroteries ou de miroirs; il était impossible de se procurer des guides, même à haut prix; des hommes armés circulaient dans la campagne et venaient se masser dans les villes, s'y livrant à des *palabres* longs et tumultueux où il était ouvertement question de piller le convoi et de tuer les blancs.

Le chef de l'expédition se trouva alors dans une cruelle perplexité. Perdu au milieu d'un pays ennemi, il ne savait si les Bambaras lui laisseraient continuer sa marche, et cependant les nouvelles venues du sud lui faisaient un devoir impérieux de gagner Segou le plus promptement possible, s'il ne voulait s'y voir précédé par une mission anglaise, qui, partie de la Gambie, se hâtait d'arriver la première auprès du sultan Ahmadou. Il résolut donc d'aller de l'avant, et le 10 mai la mission campa au village de Dio, à 80^{km} seulement du Niger; le lendemain, au moment où elle se mettait en marche, vers midi, elle fut assaillie par une nuée d'indigènes qui, s'élançant de tous les coins de la forêt où était engagé le convoi, se ruèrent sur nos compatriotes en poussant des cris sauvages. Le combat ne dura pas moins d'une heure, pendant laquelle les spahis et les tirailleurs sénégalais firent, sous les ordres de leurs chefs, des prodiges de valeur; ces trente braves n'en réussirent pas moins, par les décharges répétées de leurs armes à tir rapide, à refouler leurs barbares ennemis, qui perdirent 150 des leurs. La mission eut 14 tués et autant de blessés; le convoi était perdu, les bêtes de somme étaient dispersées. Le capitaine Gallieni fit décharger les quelques chevaux et mulets qu'on put rattraper, on plaça les blessés sur leur dos, et, bien que harcelé par les indigènes, on continua la marche vers l'est. La situation était terrible : pas de chemins, pas de guides, un pays coupé de ruisseaux vaseux et de vallons propices aux embuscades; tout autour, à 200^{m} ou 300^{m} seulement, les Bambaras, qui, tantôt cachés derrière les arbres, tantôt se glissant à travers les herbes, tiraillaient sans trêve ni repos sur la vaillante petite cohorte. On chemina ainsi jusqu'à minuit; mais, les blessés perdant leur sang et ne pouvant plus supporter la marche, les autres hommes de la troupe étant harassés de fatigue et ayant les pieds déchirés par les ronces et les cailloux, il fallut faire halte. Les angoisses de nos voyageurs furent grandes pendant cette nuit terrible. A 3^{h} du matin, ils se remirent en route, et, à 5^{h}, ils voyaient du sommet d'une colline la vaste plaine de Bammako, où coulait au loin le Niger.

Espérant trouver auprès des chefs de cette ville un appui contre les Bambaras, nos compatriotes se hâtent de s'y rendre et ils y arrivent à une heure de l'après-midi, mais leur espoir est déçu : on leur refuse des pirogues pour traverser le fleuve. Suivant le conseil de M. Vallière, qui, détaché pour reconnaître la vallée du haut Bakhoy, s'était de son côté rendu à Bammako par Mourgoula, Niagassola, Koumakhana et Naréna, ils prennent la route du sud, longeant la rive gauche du Niger et se dirigeant vers Nafadié, qui est situé à 45^{km} de Bammako, et où ils arrivèrent le 14 au matin.

Bien que dépourvus de munitions, de cadeaux à offrir, de médicaments, bien qu'entourés d'hommes blessés, malades et déguenillés, ils ne songèrent même pas un instant à revenir en arrière; car, retourner sur leurs pas, c'était donner un coup funeste à notre influence encore naissante dans ces régions. Le Dr Bayol fut chargé de porter au gouverneur du Sénégal des renseignements sur les derniers événements, et le reste de la mission traversa le Niger, qui est large en cet endroit de 750^{m}; à Tourella ils trouvèrent un bon accueil et l'on pourvut largement à leur nourriture : aussi le capitaine Gallieni se décida-t-il à y laisser ses blessés.

Le nouveau pays qu'abordaient les voyageurs différait beaucoup de celui qu'ils avaient parcouru sur la rive gauche. Plus de grands rochers : ils se trouvaient dans une vaste plaine alluviale, qui, paraît-il, s'étend jusqu'à Tombouctou et qui est très fertile, produisant en abondance du maïs, du riz, du coton, du tabac, des arachides, de l'indigo, du sésame, du ricin, etc. Après avoir traversé Tadiana, Niagué, Dioumansanna et Koni, la mission arriva à Sanankoro, où le sultan de Ségou, Ahmadou, donna pour la première fois signe de vie, en lui interdisant d'aller plus avant. Force fut donc de s'arrêter, sinon dans ce hameau qui était trop pauvre pour nourrir la petite troupe, au moins dans le village suivant, à Niansona. Cette entrée en matière du despote toucouleur ne pouvait signifier rien de bon. Après six jours d'un repos forcé, qui fut très préjudiciable aux hommes et aux animaux soumis à la réaction de tant de fatigues et à l'influence pernicieuse des premières pluies, ils reçurent cependant l'autorisation de reprendre leur voyage, et, après trois étapes très laborieuses, ils arrivèrent le 30 mai à Nango, où ils furent internés. Malgré tous leurs efforts et leurs supplications, ils durent se soumettre à la volonté du nègre ignorant et superstitieux qui commande à ce pays et qui refusa de les recevoir à Segou; ils éprouvèrent même de grandes difficultés à se procurer des vivres. Mal nourris, mal logés, mal vêtus, ils furent tous en proie à des fièvres continuelles.

Cependant, après des négociations longues et fastidieuses,

en juin, le sultan promit d'envoyer son premier ministre s'entendre avec le capitaine Gallieni. Mais ce ne fut que le 31 octobre que l'entrevue si impatiemment attendue eut lieu. Ce ministre, Seïdou Dieylia, pour l'appeler par son nom, vint en grande pompe, accompagné d'une suite nombreuse et précédé de *griotes,* chanteuses et musiciennes, qui exécutaient des danses bizarres où la moralité ne trouvait certes pas son compte. Après cinq jours de pourparlers, le capitaine Gallieni obtint un acte qui place le haut Niger, depuis ses sources jusqu'à Tombouctou, sous le protectorat français; mais, bien que le traité fût rédigé et accepté le 3 novembre, nos compatriotes n'eurent pas même la permission de retourner à la côte; ce ne fut que le 10 mars que le sultan renvoya le traité avec sa signature, et que la mission put enfin partir après dix mois de séjour dans ce village inhospitalier de Nango.

Le pays de Segou est peuplé de villages bambaras, toucouleurs et sarracolets, et de nombreuses bandes de Pouls nomades y promènent leurs grands troupeaux de bœufs; la population y est dense, et certains centres, comme Boghé, Dongassou, Koghé et Ségou-Sikhoro, sont le siège de marchés hebdomadaires assez importants, où les principaux objets de trafic sont: les chevaux, qui coûtent de 200000 à 300000 cauris [1]; le sel, dont les 15^{kg} valent de 20000 à 40000 cauris; les fusils à pierre, qui sont coté de 25000 à 50000 cauris, et les esclaves, qu'on peut se procurer couramment pour une somme variant de 50000 à 150000 cauris.

Le retour de la mission s'est effectué dans de bonnes conditions par la route déjà suivie à l'aller, et le 5 avril les vaillants voyageurs saluèrent le pavillon français qui flottait sur le fort de Kita, dont le colonel Borgnis-Desbordes venait de prendre possession par ordre du gouverneur du Sénégal.

MM. Gallieni, Vallière et Pietri ont fait, comme on peut le voir d'après ce court résumé, un voyage plein de dangers et de difficultés, qui, au point de vue géographique, nous a apporté des notions intéressantes sur des contrées à peu près inconnues et qui, au point de vue de l'extension de l'influence française dans ces régions, a produit des résultats réellement importants. C'est en effet grâce à cette expédition que notre drapeau flotte aujourd'hui à Kita, à 200^{km} seulement du grand fleuve du Soudan; que les populations du Bakhoy, du Fouladougou et du Manding se rangent sous notre protection, et enfin que le sultan Ahmadou a conclu un traité avec

(1) Les cauris sont de petits coquillages qui servent de monnaie dans toute la région du haut Niger. Cinq francs d'argent valent environ 3000 cauris.

nous. Malheureusement son itinéraire, qui longe, sans s'identifier partout avec eux, les itinéraires de Mungo-Park et de Mage, et qu'a levé avec soin M. Vallière, ne s'appuie pas sur des observations astronomiques.

Note sur la guérison du diabète sucré. Extrait d'un Mémoire de M. G. Félizet, présenté à l'Académie des Sciences par M. Marey.

Mes premières recherches sur ce sujet remontent à 1877; j'ai actuellement quinze observations de diabète traité avec succès par le bromure de potassium.

C'est en m'inspirant des expériences mémorables dans lesquelles Claude Bernard parvint à reproduire, en 1849, le diabète, ou plutôt la glycosurie, chez les animaux, que j'ai tenté d'obtenir la guérison complète d'une maladie réputée à peu près incurable. J'ai l'espoir d'apporter une confirmation clinique aux idées que le grand philosophe français avait conçues, dans une intuition de génie, sur la nature nerveuse du diabète.

En fait, mon travail n'est que la contre-partie de l'expérience fondamentale de Claude Bernard. Il a montré comment l'irritation d'une zone déterminée du bulbe rachidien exaspère la fonction glycogénique du foie et produit la glycosurie. Mes expériences m'ont permis d'enrayer cette glycosurie artificiellement produite chez les animaux. Les observations dont cette Note résume les résultats, en montrant que le médicament qui supprime la glycosurie en quelques heures guérit également le diabète en quelques semaines ou en quelques mois, ces expériences et ces observations permettent d'affirmer qu'il existe un lien entre la glycosurie artificielle, le diabète intermittent et le diabète avéré, et que ce lien, c'est l'*irritation du bulbe*.

Ce n'est donc pas en masquant la maladie par la soumission aux sévérités d'un régime exempt de pain, de féculents, de sucre, etc., qu'on arrive à la guérir, mais en tarissant la source même de la production du sucre, c'est-à-dire en supprimant l'irritation du bulbe rachidien.

Le bromure de potassium, par l'action élective de sédation qu'il exerce sur les fonctions du bulbe, supprime les effets de cette irritation avec une rapidité parfois surprenante; par doses massives et soutenues, il guérit le diabète.

Les tableaux graphiques qui sont joints à mon Mémoire montrent les courbes de la décroissance du sucre sous l'influence du bromure; ils font voir, en outre, l'espèce d'antagonisme qui existerait entre les quantités respectives de la glycose et de l'urée; ils fournissent ainsi, dans la question

encore si obscure des combustions et des échanges, les éléments d'une solution à l'un des problèmes les plus curieux de la machine animale.

Variation de la pesanteur. Note de M. Mascart.

Dans une des dernières séances de l'Académie des Sciences, M. Mascart a présenté une Note sur la mesure des variations de la pesanteur.

Depuis longtemps, on a émis l'idée qu'il serait possible de mesurer les variations de la pesanteur, en différents points du globe, par la hauteur de la colonne de mercure qui fait équilibre à la pression d'une même masse de gaz à température constante. M. Mascart, qui a mis cette méthode en pratique, a trouvé qu'elle est susceptible de la plus grande précision,

L'appareil employé se compose d'une sorte de baromètre à siphon, dont la courte branche est fermée et contient une certaine quantité de gaz. Pour éviter l'oxydation du mercure et la perte de pression qui en résulterait, M. Mascart a employé de l'acide carbonique; ce gaz a été introduit à une pression assez grande pour faire équilibre à une colonne de mercure de 1^{m}, lorsque le tube est tenu verticalement.

Les difficultés principales que l'on rencontre dans l'expérience consistent dans la détermination de la température et dans la mesure du niveau du mercure au moyen d'une échelle divisée. L'instrument est placé dans un cylindre métallique plein d'eau, que l'on agite en y insufflant de l'air par une poire en caoutchouc; un thermomètre divisé en cinquantièmes de degré permet d'évaluer la température à moins de $\frac{1}{100}$ de degré. On a collé sur le tube barométrique lui-même une échelle divisée en dixièmes de millimètre, et le mode d'observation employé permet d'estimer le centième de millimètre.

Au point de vue de la sensibilité, cette méthode ne paraît pas inférieure à l'observation la plus soignée des oscillations d'un pendule. Seulement, l'instrument est assez incommode à transporter, parce qu'il faut éviter la rentrée du gaz dans la chambre barométrique. M. Mascart se propose d'en faire bientôt l'essai pour de grandes distances.

M. Boussingault rappelle, à l'occasion de cette Communication, que, pendant son séjour à l'Équateur, il a été conduit à rechercher si, dans une même localité, la pesanteur n'éprouverait pas des variations dans son intensité. L'appareil employé avait une certaine analogie avec celui de M. Mascart.

Le chemin de fer de l'Himalaya.

L'un des ouvrages les plus curieux récemment construits

dans l'Inde est le tramway de Darjeeling, ou chemin de fer de l'Himalaya.

Cette ligne va de Calcutta à Darjeeling, à 2345^m au-dessus du niveau de la mer; elle a 580^{km} de longueur, gravit dans sa dernière section une hauteur de 2255^m avec un développement de 80^{km}, soit environ $28^m,20$ par kilomètre; elle présente des pentes de $0^m,047$ à $0^m,050$ par mètre et des courbes de 2^m à 3^m de rayon.

Les travaux ont été commencés en 1879 et le premier rail a été placé au mois de mai de la même année. La dernière partie, comprise entre Iore Bungalow et Darjeeling, a été terminée au mois de juin dernier. La voie a $0^m,61$ de largeur. Les rails sont en acier affiné; on en a employé environ 24000 dans la construction de la ligne entière. Les traverses ordinaires sont espacées de $0^m,81$; des traverses supplémentaires sont placées sous les joints des rails. Le travail a exigé l'emploi d'environ 100000 traverses. Pour maintenir la rigidité de la voie, on a appliqué des plaques d'appui sous les rails extérieurs dans toutes les courbes de 36^m de rayon et de rayon moindre. Si l'on considère la montée entière, qui commence à 15^{km} environ de Silliguré, au delà de Lukua, la pente que l'on rencontre le plus généralement sur la voie est celle de $0^m,04$ par mètre; dans quelques parties isolées elle s'élève jusqu'à $0^m,05$. Le tracé a présenté les plus grandes difficultés, en raison de la nature tourmentée du terrain.

Pour la traction, on se sert actuellement de machines-tenders de petit modèle; ces machines traînent des voitures extrêmement légères, analogues à celles des services de tramways.

L'Association a reçu de M. Gauthier-Villars les Ouvrages suivants : *Le Photographe en voyage*. Emploi du gélatino-bromure, par M. le chevalier O'Madden; *Premières Leçons de Photographie*, par M. Perrot de Chaumeux, 4e édition; *Les Courants atmosphériques d'après les nuages*, au point de vue de la prévision du temps, par M. A. Poey; *Nouvelle Théorie du Soleil*, conservation de l'énergie solaire, par le Dr C.-W. Siemens.

Le Gérant, E. Cottin,

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

10 SEPTEMBRE 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 128.

HYDROMÉTRIE DE LA BEAUCE. Note de M. le Dr **Harreaux.**

Il y a une dizaine d'années, la Beauce subissait une sécheresse inquiétante pour l'agriculture. Les plantes ne trouvaient plus dans le sol l'humidité nécessaire et les sources presque taries ne fournissaient plus aux besoins des habitants.

On cherchait, on discutait les causes d'une aussi longue série d'années sèches, et l'on paraissait croire que c'était un phénomène nouveau, d'autant moins explicable que la pluie n'était pas moins abondante qu'autrefois, disaient les météorologistes.

Le vague et la divergence des théories indiquaient assez qu'aucune étude suivie n'avait été entreprise à ce sujet; c'est ce qui nous engagea, dès la fin de 1873, à ouvrir une enquête que nous avons prolongée jusqu'en 1881; nous avons eu pour but de rechercher :

1° Si les sécheresses et les humidités sont périodiques en Beauce;

2° D'où viennent les eaux des puits et des fontaines;

3° Quelles causes font varier leur niveau;

4° Comment on pourrait prévoir ces variations.

Voici les résultats des études sur ces quatre points de notre enquête.

§ 1.

Intermittence des périodes sèches ou humides. — La réalité de ces intermittences est consignée dans l'histoire de la Conie et de la Voise. Ces deux petites rivières prennent naissance sur le plateau qui sépare le bassin de la Loire du bassin de la Seine; elles sortent de terre à 30^{km} l'une de l'autre, et, quoique se dirigeant en sens inverse, elles ont exactement le même régime. A leurs origines, elles sont, pendant dix ou douze ans, dans un dessèchement complet, après quoi les fontaines se mettent à couler et en même temps des infiltrations

souterraines, montant du fond à la surface de ces vallées, les transforment en marécages. Il faut noter que ce ne sont pas les écoulements torrentiels des plaines qui fournissent les eaux à ces vallées; la Beauce est tellement plate que les eaux pluviales, ne trouvant pas de pentes rapides, ont plus tôt fait de pénétrer dans le sol que de couler à sa surface. Il n'y a que les fontes de neige sur le verglas qui puissent former des torrents dans cette contrée, ce qui est très rare.

Les eaux d'infiltrations souterraines, une fois montées et répandues à la surface des prés, y séjournent également une douzaine d'années; puis peu à peu l'abaissement se fait et la période sèche recommence. Celle-ci intéresse les habitants de la plaine, tandis que les riverains des vallées s'occupent beaucoup plus des époques humides, à cause des fièvres intermittentes qui ont pour foyers la Voise et la Conie.

Les villages voisins de ces marécages conservent dans leurs archives des rapports et des procès-verbaux constatant les dates de ces endémies qui, plusieurs fois, ont causé un excès de mortalité consigné sur les registres de l'état civil.

Devant ces témoignages authentiques, on ne peut pas refuser de croire aux périodes intermittentes d'humidité.

Les périodes de sécheresse ne sont pas constatées par des écrits, mais elles ont laissé des témoins dans tous les puits de la plaine au fond desquels on trouve les traces de plusieurs creusages successifs faits à de longs intervalles. Il est évident que si les puits ont été recreusés, c'est que l'eau y a manqué plusieurs fois.

On peut noter que les périodes humides reviennent tous les 28 à 30 ans à peu près; les périodes sèches tiennent le milieu et forment un roulement assez régulier.

Le niveau des eaux beauceronnes est donc variable, aussi bien dans les deux rivières que dans les fontaines et dans les puits. Pour expliquer ces changements de niveau, il nous faut d'abord rechercher l'origine des sources de la contrée.

§ 2.

Origine des eaux de source en Beauce. — En étudiant le relief et la constitution géologique du pays on doit supposer, *a priori*, que ses sources ne peuvent provenir que des pluies locales. En effet, cette grande plaine calcaire est séparée des contrées environnantes par des vallées dont le niveau est inférieur à celui du plateau beauceron, qui se trouve ainsi isolé de toute colline, de toute élévation; de sorte que, ne recevant rien du sud à cause de la vallée de la Loire, ni du nord à cause de la vallée de la Seine, ni de l'ouest à cause de l'Eure, ni de l'est à cause de la Louette, de la Chalouette, de la Juisne et des rivières du Gatinais, qui toutes sont en contre-

bas, notre plateau, par son altitude, est forcément réduit à ne s'alimenter que par les pluies tombées à sa surface. Or cette plaine est formée par un sol très perméable et par un sous-sol de marnes poreuses reposant sur un banc de roches noyées dans une épaisse couche d'argile imperméable. Il en résulte que l'eau pluviale, qui n'a pas de pentes d'écoulement, s'introduit facilement à travers le sol et les marnes, et s'arrête sur le banc argilo-siliceux où elle forme les veines souterraines.

Ce banc d'argile et de roches est à la cote 125^{m} au-dessus du niveau de la mer, et c'est lui qui constitue notre plan d'eau, 25^{m} ou 28^{m} plus bas que la terre arable, qui atteint en général la cote 150.

Il y a donc sur le plan imperméable une épaisseur de 25^{m} de terre et de marnes qui absorbe les eaux pluviales, s'en imbibe comme une éponge et les tient en réserve pour les besoins des puits et pour le très faible écoulement des deux rivières. C'est cette masse de marnes qui forme le réservoir des eaux beauceronnes, réservoir qui s'emplit par imbibition pendant les périodes humides et qui se vide par capillarité pendant les périodes sèches.

Pour avoir un puits, il suffit de percer les marnes humides et de les traverser jusqu'au plan d'eau; mais, quand les marnes se dessèchent, le puits se tarit et a besoin d'être recreusé en cuvette dans la couche argileuse pour y capter les derniers filets cachés entre les rocs.

On comprend que, sitôt le plan d'eau descendu dans la couche argileuse, les vallées de la Voise et de la Conie n'ont plus de fontaines, par la raison que le fond de ces vallées est le plan argileux lui-même resté à ciel ouvert, au moment où il a été dépouillé de ses marnes, par le cataclysme qui a creusé les bassins de la Seine et de la Loire.

Ainsi la Voise, la Conie, les fontaines et les puits sont au même niveau dans les années ordinaires; toutes ces sources montent en même temps pendant les périodes humides, et elles baissent ensemble pendant les périodes sèches.

Tous les puits de la Beauce ont un même régime et ils ne diffèrent entre eux physiquement que par l'épaisseur des marnes qu'il faut percer pour découvrir le plan argileux. Ce plan est probablement horizontal, car il conserve très longtemps son eau, qui s'écoulerait si le plan était incliné. Nos petites rivières n'ont presque pas de pente; elles débitent très peu et l'on est presque certain de connaître la quantité d'eau emmagasinée, si l'on connaît le cube d'eau introduit.

On cite néanmoins quelques puits qui ne tarissent jamais et on leur attribue des sources d'origine différente : c'est une erreur. Ces puits exceptionnels ont été creusés dans une année sèche, et du premier coup dans la couche d'argile, ou

bien on est tombé par hasard, en creusant, sur une cavité de cette couche, sur une poche, comme on dit, où s'amasse sans cesse l'eau des veines voisines.

Les eaux de la Beauce sont donc locales et ne proviennent que de la pluie.

Bien entendu qu'il n'est pas question des eaux qu'on pourrait découvrir en forant des puits artésiens au-dessous de notre banc de roches et d'argiles, car ces eaux, qui ne se rencontrent qu'à 30^m plus bas, ont une composition chimique différente, et ne sont plus de la même origine : nous n'avons pas à nous en occuper.

§ 3.

Quelles causes font varier le niveau de nos sources. — L'origine des sources une fois connue, il est clair que la variation de leur niveau ne peut provenir que de l'abondance ou de la rareté des pluies, et pourtant cette conséquence n'est pas admise par tout le monde. Des personnes instruites prétendent que les eaux sont basses dans certaines années humides et *vice versa :* ce qui est vrai. M. de Boisvillette (*Statistique d'Eure-et-Loire.* — Préface, p. XXXI) avait déjà expliqué ce fait en disant que la pluie est longtemps à traverser les couches épaisses de marnes, pour atteindre le plan argileux imperméable, où elle ne forme les sources que bien des mois après que cette pluie a cessé de tomber et est oubliée.

Cette remarque, très juste, n'est pas complète, car elle omet un des termes du problème : il ne suffit pas de savoir que la pluie va former les sources, il faut encore savoir pourquoi, malgré certaines pluies abondantes, les sources ne se forment pas : c'est ce que l'observation précise des faits n'avait pas encore éclairci. On se bornait à mesurer la pluie et à jauger les sources, et l'on ne trouvait pas de rapport constant entre ces deux termes, parce que l'on oubliait le troisième terme du problème, c'est-à-dire la perte de l'eau par évaporation. L'évaporation des eaux de pluie par les hâles et par la nutrition des plantes, voilà, selon nous, le régulateur principal des sources. Cela se comprend, car s'il est tombé 100^{mm} de pluie sur le sol et si, pendant les jours suivants, l'évaporation a pu en enlever 95^{mm}, assurément la terre n'aura presque rien conservé et aucune goutte n'en arrivera dans les marnes profondes. Si, au contraire, la pluie a été suivie de plusieurs jours brumeux, sans hâle et sans soleil, la terre sera imbibée et, de proche en proche, l'eau s'infiltrera jusque sur le banc argileux des sources.

Pour connaître l'état hydrométrique du sous-sol, il est donc indispensable de mesurer non seulement la pluie, mais encore l'évaporation, et c'est la différence entre ces deux chiffres qui indiquera la quantité d'eau emmagasinée.

Nous avons donc entrepris l'observation de ces trois termes :

En notant les résultats donnés par le pluviomètre.

En inscrivant l'évaporation jour par jour.

En vérifiant tous les mois le niveau des sources.

Mais, pour donner de la précision à nos études, nous avons voulu opérer sur une surface bien déterminée et bien connue. Dans ce but, nous avons choisi pour champ d'expérience une étendue de terrain limitée par les faîtes du bassin de la Voise à ses origines, c'est-à-dire au point de séparation entre la Seine et la Loire, à partir du faîte entre la Conie et la Voise.

Cette surface, bien indiquée sur la carte d'État-major par les lignes de faîte, mesure 8000^{ha}.

Sa circonférence est à la cote 155^{m} et 150^{m} au-dessus du niveau de la mer, tandis que son centre, à la cote 130^{m}, constitue la vallée même de la Voise qui, en réalité, est l'égout de ces 8000^{ha} de plaine. Le fond de cette vallée, ancien étang comblé de tourbe et d'alluvion, est supporté par le banc argileux qui sert d'assise à tous les puits de la contrée, de sorte que le niveau de la Voise indique le niveau de tous les puits et que l'écoulement de cette rivière marque le trop-plein des veines aquifères. En un mot, quand la Voise coule, c'est que le plan d'eau est abondamment alimenté; quand elle cesse de couler, c'est que le plan d'eau de toute la Beauce commence à baisser; quand les fontaines sont à sec, c'est que les puits de la contrée vont bientôt tarir et qu'il va falloir les recreuser en cuvette dans le banc d'argile.

Ces données une fois établies, voici comment nous avons procédé.

Nous avons profité de l'époque de sécheresse, au moment où rivière, fontaines et puits étaient presque partout à sec, au moment où l'opinion s'inquiétait pour l'avenir de notre sol menacé de stérilité. La commission scientifique d'Eure-et-Loir s'occupait de cette question et appelait sur elle des études spéciales dans son *Bulletin* de 1873. On pouvait considérer notre sol comme à son zéro d'humidité : c'était donc l'instant favorable, surtout à la fin de la période estivale, alors que six mois de hâle avaient tari les dernières réserves, et que les marnes profondes elles-mêmes, devenues friables, ne se laissaient plus malaxer tant elles étaient sèches.

Nous n'avons pas voulu attendre le 1er janvier 1874, parce les pluies d'automne auraient modifié l'état du sol, et nous avons commencé dès le 1er octobre précédent, de sorte que l'année se trouve ainsi coupée en deux périodes de six mois chacune; celle d'hiver va du 1er octobre au 31 mars, celle d'été du 1er avril au 30 septembre; nous ouvrons donc notre enquête le 1er octobre 1873 et le 30 septembre 1874 nous avons le résultat suivant.

La pluie a donné 400^{mm} en nombre rond qui, sur nos 8000^{ha} ont produit 32000000^{mc}. Les atmismomètres ont indiqué une évaporation correspondant à 40000000^{mc}. Donc la pluie de l'année n'a servi en rien aux sources, puisque l'évaporation a tout enlevé et qu'elle aurait pu en enlever davantage si la terre l'avait eue; car les atmismomètres marquent la quantité d'eau qui peut être évaporée chaque jour et si le chiffre de l'évaporation excède celui de la pluie, c'est que la terre est à sec. La puissance d'évaporation a été de 40000000^{mc} la terre n'en avait que 32000000 : elle est donc restée desséchée, ne donnant plus de vapeur, quoique le hâle persistât, de même qu'un linge séché au soleil ne donne plus d'évaporation, malgré la persistance du hâle : il n'a plus d'eau. Tel est le résultat de notre première année, et encore ne comptons-nous pas l'eau employée pour les besoins des villages et que nous estimons à 100000^{mc} par an. Nous n'avons pas compté non plus l'écoulement de la Voise, pendant l'hiver, qui ne s'élève qu'à 18000^{mc} (1).

En somme, 1874 laisse un déficit de....................	8 000 000^{mc}
En 1875 la pluie a été de 550^{mm}, qui sur notre surface donnent..	44 000 000
L'évaporation, la Voise et les villages ont enlevé........	45 000 000

Le déficit est donc de 1000000^{mc} : donc la terre est encore restée à sec,

En 1876, la pluie a été de 557^{mm} qui donnent sur notre surface	44 000 000
L'évaporation, la Voise et les villages ont enlevé........	55 000 000

Le déficit est donc de 11000000^{mc}, ce qui constitue une année sèche avec terre aride.

En 1877, la pluie a été de 732^{mm}, qui font..............	58 000 000
L'évaporation, la Voise et les puits enlèvent............	57 000 000
Il y a donc eu un excédent d'eau de................	1 000 000

Voici la première fois que nous trouvons l'humidité en excès, 1000000^{mc} d'eau est entré dans notre sous-sol; c'est peu de chose assurément, mais c'est un commencement de réserve

(1) Sur notre périmètre de 8000^{ha}, il y a cinq villages qui représentent

2000 habitants qui dépensent chacun 10^{lit} d'eau par jour, soit.	7 300^{mc}
10 000 moutons à 10^{lit} chacun............................	36 500
1500 chevaux et vaches à 100^{lit} chacun......................	54 700
	98 500

Nous comptons 100000^{mc} enlevés tous les ans par le service des puits et des mares. Le débit de la Voise est très variable suivant les années.

qui peut s'augmenter si l'année prochaine donne plus de pluie et moins d'évaporation.

En 1878, la pluie est de 950mm, qui forment...........	76 000 000mc
L'évaporation, la Voise et les puits enlèvent............	54 000 000
Voilà donc enfin une masse de....................	22 000 000

introduite dans notre champ d'observation; nous savons que rien n'en sera perdu, que tout est utilisé pour l'alimentation des sources et que leur trop-plein se rendra dans la Voise, dont nous jaugerons le débit.

Eh bien, ces 22 000 000mc n'ont pas encore élevé le niveau des puits; les fontaines sont encore à sec, et la Voise n'a presque pas coulé, preuve de la sécheresse profonde du sous-sol qui a absorbé cette masse d'eau pour s'humecter et sans en laisser écouler une goutte.

En 1879, la pluie a été de 782mm, qui donnent..........	62 000 000mc
L'évaporation, la Voise et les puits en ont enlevé........	37 000 000
La réserve d'eau introduite est donc de............	25 000 000

quoique la pluie ait été moindre que l'année précédente, ce qui est dû à la faiblesse de l'évaporation, les hâles ayant été moins grands.

Le résultat de cette année 1879 a été très intéressant en ce que les 950mm de pluie de l'année précédente n'avaient pas suffi pour alimenter les sources, tandis que cette année-ci les 782mm de pluie ont fourni un relèvement de niveau des puits et un écoulement abondant de la Voise (500 000mc), ce qui ne s'était pas vu depuis plus de vingt ans. Les fontaines ont coulé dès le mois de novembre, preuve évidente d'une réserve laissée par l'année finissant le 1er octobre 1878, réserve qui n'était pas suffisante pour alimenter les sources et qui l'est devenue par l'appoint des pluies de 1879, dès son début. Or les deux mois d'octobre et novembre 1878 ont fourni 165mm de pluie qui, défalcation faite de l'évaporation, n'ont introduit que 5 000 000mc dans le sol, lesquels, réunis aux 22 000 000mc réservés au 30 septembre, forment un total de 27 000 000mc. C'est donc ce chiffre de 27 000 000mc d'eau qui, introduits dans notre sous-sol desséché, l'ont imbibé suffisamment pour produire des sources.

Ce résultat nous semble intéressant à noter et à retenir, et il peut se formuler ainsi : « Pour produire des sources dans la Beauce desséchée, il faut 350mm à 400mm de pluie introduite dans le sous-sol. » Il ne faut pas oublier que c'est de la pluie *introduite* et non de la pluie *tombée*, car la pluie qui tombe et qui s'évapore ne sert à rien pour les sources.

Voyons maintenant si les années suivantes vont aider à conserver notre réserve :

En 1880, la pluie a été de 582^{mm}, qui forment.........	$46\,000\,000^{mc}$
L'évaporation, la Voise et les puits ont enlevé..........	40 000 000
Il y a donc eu introduction de....................	6 000 000

qui, avec les réserves des années précédentes ont maintenu le niveau des sources et de la rivière.

En 1881, la pluie a été de 628^{mm}, qui forment..........	$50\,000\,000^{mc}$
L'évaporation, la Voise et les puits ont enlevé..........	38 000 000
L'introduction de l'eau dans le sous-sol est de......	12 000 000

Ces deux dernières années ont encore augmenté notre réserve de $18\,000\,000^{mc}$, mais cette eau devait être nécessaire pour reconstituer l'humidité des marnes profondes, car la terre arable n'est pas boueuse, elle n'offre aucune de ces flaques d'eau qui indiquent la saturation du sous-sol. Il n'y a pas encore de trop-plein. Cette épreuve doit être concluante. En effet, tant que l'évaporation a enlevé toute la pluie tombée, nos sources n'ont rien donné; tant que l'évaporation, sans enlever toute l'eau pluviale, n'en a laissé introduire qu'une somme inférieure à 350^{mm}, les sources n'ont pas encore coulé; mais, aussitôt que l'introduction de la pluie a dépassé 350^{mm}, les sources ont commencé à s'élever : il y a eu réserve.

Ce résultat doit être considéré comme acquis par nos premières années d'observation, mais il ne suffit pas. Combien de temps durera cette réserve ? Combien faudra-t-il d'évaporation pour l'épuiser ? Combien, d'autre part, faudrait-il de millimètres de pluie pour que cette réserve devînt nuisible par excès d'humidité ?

Voilà ce que nous ne savons pas, mais ce qu'on pourrait savoir, en poursuivant cette étude pendant un certain nombre d'années.

§ 4.

Peut-on prévoir les changements de niveau des sources. — Cette question a été débattue bien des fois et notamment en 1874, par MM. Lemoine et Belgrand qui, le 1er juin, ont dit à l'Académie des Sciences « *que les cours d'eau du bassin de la Seine atteindraient les débits les plus bas qu'on ait observés depuis longtemps.*

L'année suivante les mêmes savants continuant leur étude disaient : « *On peut, dès maintenant, être certain que d'ici au milieu d'octobre prochain les cours d'eau et les sources du bassin de la Seine tomberont à des débits presque aussi bas que l'année dernière.*

» *La raison très simple de cette prévision est l'état où se*

trouvent dès à présent les sources et les petits cours d'eau tranquilles qui, issus de terrains perméables, sont alimentés principalement par les sources.

» *Nous pouvons donc prévoir que d'ici au mois d'octobre* 1875 *les cours d'eau et les sources s'approcheront beaucoup de leurs plus faibles débits* ». (*Bulletin de l'Association scientifique de France,* t. XVI, p. 177.)

Ces prévisions se sont réalisées à la lettre.

L'étude de MM. Lemoine et Belgrand devrait, ce nous semble, être étendue aux origines de tous les cours d'eau, et elle permettrait de connaître d'avance l'état hydrométrique du sous-sol dans chaque région, de manière à pouvoir prédire à coup sûr les sécheresses et les humidités.

Pour que les données soient certaines, il faut opérer sur un terrain bien connu, bien déterminé et seulement à l'origine des faibles cours d'eau, comme est notre champ d'expérience: c'est ce qu'avait très bien compris le service météorologique du département de l'Orne lorsqu'il disait : « *Le département de l'Orne offre pour cette étude des avantages exceptionnels. Tous les cours d'eau qui l'arrosent y ont leurs sources et reçoivent, par conséquent, la totalité des eaux pluviales, déduction faite du volume absorbé par l'évaporation et la végétation ... Quand on connaîtra les pluies et les débits de l'hiver, on pourra prévoir avec une grande approximation quels seront les débits de l'été* ». (*Bulletin de l'Association scientifique de France*, t. XVI, p. 271).

Les observateurs de l'Orne étaient dans la bonne voie; l'ont-ils suivie ? Nous l'ignorons. Il serait regrettable qu'ils l'eussent abandonnée, et surtout qu'ils n'eussent pas étudié en même temps l'évaporation. Sans elle on n'a que des résultats approximatifs; avec elle, au contraire, on a des quantités définies : on opère sur des chiffres, non pas les chiffres précis d'une analyse chimique, mais au moins des valeurs appréciables.

Pour mesurer l'évaporation, on peut employer des atmismomètres dans le genre de ceux de M. Piche, modifiés de manière à n'avoir pas une surface évaporante de papier, mais bien une série de surfaces en toile fine ou en drap, ou en mousse, ou en sable ou en argile. Ces diverses surfaces reproduisent à peu près les conditions des feuillages, des gazons, des céréales et des terres labourées; elles ont toutes la même grandeur, 10^{cq}, et elles reçoivent l'eau descendant, selon le besoin, d'un tube gradué. Le vide de chaque tube indique, tous les soirs, la quantité d'eau qui a humecté la surface et qui, par conséquent, a été évaporée. Il faut prendre la moyenne de tous les tubes pour obtenir l'évaporation réelle.

Au début de nos observations, nous placions des atmismomètres partout, au soleil, sous bois, dans les prairies, sur les guérets; mais nous avons remarqué que la moyenne de tous ces instruments était à peu près la même que celle obtenue sur des atmismomètres placés dans un lieu abrité du Soleil, du vent et de la pluie. Aussi, maintenant, disposons-nous les instruments dans une pièce qui, à l'abri des extrêmes de chaleur ou de pluie, soit dans la condition moyenne de l'évaporation quotidienne.

Reste la question des plantes, qui a été agitée à propos de cette étude. On nous a objecté que nous ne pouvions pas connaître la quantité exacte d'eau enlevée par les végétaux, soit pour leur nutrition, soit pour leurs énormes évaporations. On nous a cité les chiffres formidables d'eau absorbée par la végétation. Mais toutes ces objections tombent devant les simples faits, comme celui-ci : 1^{ha} de terre en guéret et 1^{ha} de terre en luzerne, côte à côte, reçoivent en même temps une forte averse; huit jours après le guéret est sec, tandis que la luzerne ne l'est pas (1); c'est le contraire qui devrait avoir lieu, si les plantes absorbaient autant d'eau que l'indique la Physiologie végétale.

Mais cette science ne s'occupe que de l'eau disparue sous l'action du végétal, sans chercher où elle a passé; tandis que l'hydrométrie, au contraire, veut savoir ce que cette eau est devenue; elle la suit dans l'acte de la végétation, et elle reconnaît que les tissus de la plante ne conservent qu'une très faible partie de l'eau absorbée qui, chaque jour, s'évapore pour revenir en rosée pendant la nuit et humecter la terre tous les matins.

Une surface emblavée n'enlève donc pas plus d'eau qu'une surface dénudée et, par conséquent, la végétation ne doit pas être comptée comme une cause spéciale de dessèchement du sol; elle peut être comprise sous le titre général d'évaporation; ces règles admises, il serait facile d'avoir un observateur sur chaque cours d'eau, au centre du bassin d'origine, afin de comparer la quantité d'eau pluviale avec les quantités évaporées ou enlevées par le débit des sources. En peu d'années on saurait à quoi s'en tenir sur les réserves profondes de toute une région.

C'est par la multiplicité des observations que l'hydrométrie souterraine pourra se faire, car les résultats isolés laissent toujours craindre des erreurs personnelles, et nous n'avions

---

(1) Et il ne faut pas croire que le sol de la luzerne soit plus sec au fond que le sol du guéret; les feuilles l'ont protégé, et il a moins perdu d'eau, malgré l'absorption de la plante.

pas nous-même une confiance absolue dans nos essais tant que nous avons opéré seul. Mais, depuis trois ans, M. Gruget reprend notre travail dans la plaine de Moinville, à 4^{km} de nous, et il arrive aux mêmes résultats. Cette conformité nous donne confiance dans nos recherches et nous autorise à les publier dans l'espoir que d'autres observateurs ne les jugeront pas indignes de leur contrôle.

Nota. — MM. Lemoine et de Préaudeau, qui continuent la série des observations hydrologiques commencées par Belgrand et M. Lalanne, font connaître la probabilité du niveau de la Seine pour le courant de l'été : il faut remonter jusqu'à l'année 1732 pour trouver un abaissement semblable. Malgré cet abaissement général du cours d'eau, ce qu'il y a de curieux, c'est que les sources n'ont pas baissé autant que les rivières. Ceci démontre bien que l'introduction de l'eau pendant ces dernières années a formé une réserve qui alimente encore les sources malgré la sécheresse de l'hiver. Cette réserve peut entretenir une humidité profonde et permettre un relèvement rapide des cours d'eau si l'automne est pluvieux.

Recherches expérimentales sur le mode de formation des cratères de la Lune. Note de M. Jules Bergeron.

M. J. Bergeron a présenté à l'Académie des Sciences, dans une de ses dernières séances, le résultat des expériences qu'il a entreprises, dans le but de rechercher le mode de formation des cratères lunaires :

« Je suis parti de ce fait, dit-il, que, lorsque des gaz ou des vapeurs traversent une masse pâteuse, ils laissent, après leur passage, une série de trous en entonnoirs. Frappé de l'analogie que présentent ces trous avec les cratères de la Lune, j'ai cherché à reproduire ce phénomène sur une plus grande échelle.

» Pour simplifier la disposition de mes appareils (1), j'ai eu recours à des alliages fondant à des températures relativement basses. Le premier sur lequel j'ai opéré est l'alliage de Wood; il se compose de 7 parties de bismuth, 2 de cadmium, 2 d'étain, 2 de plomb et fond vers 70°.

» Dans la masse fondue au bain-marie, j'ai fait arriver un courant d'air chaud, au moyen d'un tube de laiton, ainsi qu'on peut le voir dans la *fig.* 1. Je laissais la masse métallique se refroidir peu à peu, tout en continuant l'insufflation de l'air chaud. Il se produisait un bouillonnement qui chassait, sur

(1) Toutes ces expériences ont été faites dans le laboratoire de Chimie de l'École Centrale, mis à ma disposition par le colonel Solignac, avec le bienveillance et la libéralité que lui connaissent tous les élèves de cette École.

une grande surface, toutes les parties qui commençaient à se solidifier et à former une pellicule. J'avais ainsi un grand cirque. En continuant l'insufflation de l'air, peu à peu les bords du cirque s'élevaient et celui-ci prenait l'aspect d'un cratère; mais aussi, à mesure que le refroidissement se produisait, la masse métallique, devenue pâteuse et toujours


Fig. 1.



repoussée par le jet de gaz, ne pouvant plus chasser devant elle la pellicule solide, passait par-dessus les bords de ce cratère et formait un cône qui s'accentuait visiblement. En même temps le cratère se creusait de plus en plus, et ses parois internes présentaient une inclinaison beaucoup plus grande que les parois externes. Je me trouvais en présence d'un cratère analogue à ceux de la Lune. Ce phénomène se constate, quel que soit l'alliage employé.

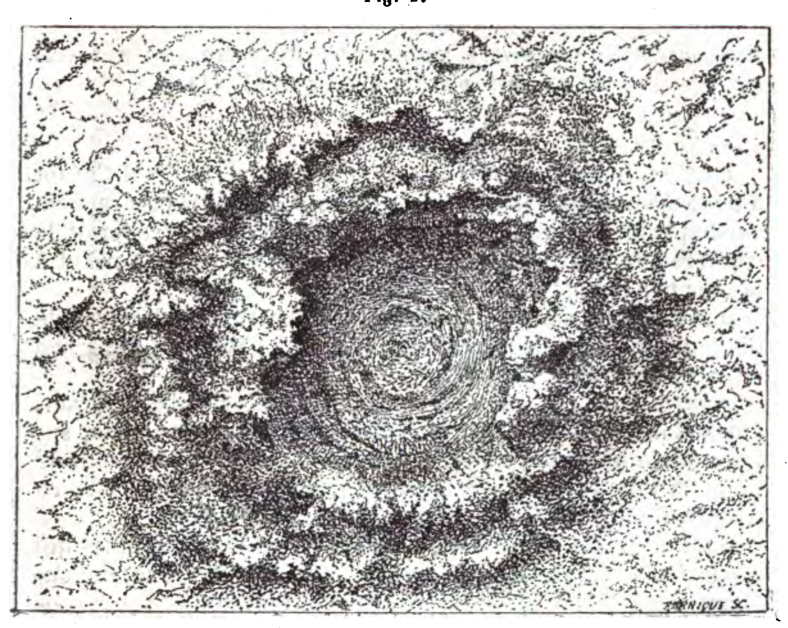
» Ces faits, révélés par l'expérience, ont dû se produire sur la Lune. Au lieu de gaz, il se peut que ce soient des vapeurs qui aient donné naissance à ces reliefs. Ces vapeurs sortaient librement de la Lune, alors qu'elle était à l'état de fluidité; mais la partie superficielle de cette planète s'étant refroidie beaucoup plus vite que la partie interne, celle-ci, encore fluide, continuait à émettre des vapeurs, alors qu'à la surface se trouvait une masse déjà pâteuse; ces vapeurs traversaient cette enveloppe et sortaient seulement en certains points, là

sans doute où la solidification était le moins près d'avoir lieu. Ces vapeurs ont pu, postérieurement, se condenser ou bien être absorbées par la substance constituant la roche même de la Lune.

» A mes premières expériences, faite dans une capsule, on pouvait objecter que la forme circulaire du cratère provenait de l'influence des parois. Pour lever ces objections, j'ai employé une bassine rectangulaire, dans laquelle j'ai fait fondre un alliage renfermant 4 parties de plomb, 4 d'étain et 1 de bismuth. Les phénomènes se sont produits comme dans



Fig. 2.



le cas précédent; mais j'ai pu constater que l'aspect de la masse, après la formation du cratère, variait selon le métal employé. Dans le cas où je me servais de l'alliage de Wood, celui-ci étant très fusible, les projections qui retombaient, sur le bord du cratère s'écoulaient et elles ne laissaient aucune trace de leur passage. Avec le second alliage les projections sont toutes visibles et donnent un aspect déchiqueté au cratère. De plus l'air chaud n'étant pas à une températare suffisante pour fondre le métal, les projections peuvent arriver à surplomber le fond, ainsi qu'on le voit (*fig.* 2).

» Cette seconde expérience présente un accident assez intéressant; on voit comme deux enceintes circulaires concentriques, la plus rapprochée du centre étant la plus élevée. Ce

fait est dû à une interruption dans le passage de l'air, pendant la formation du cratère. Les bords de Copernic, d'Archimède et de bien d'autres cratères lunaires présentent des accidents analogues.

» Au centre d'un grand nombre de cratères de la Lune, on voit se dresser comme un dyke. J'ai pu reproduire un accident analogue, ainsi que cela est visible dans la *fig.* 1. Lorsque j'ai eu fini d'insuffler de l'air, il s'est formé une dernière bulle qui a soulevé la masse, mais qui n'a pas pu la projeter par-dessus les bords du cratère; les dykes lunaires se sont très probablement formés ainsi, sous l'action du gaz, à la fin de la période d'activité des cratères. »

Renseignements sur divers travaux d'utilité publique projetés ou en voie d'exécution. (Suite.) [1]

§ 14.

Le Canal de Paris au Nord.— Récemment, M. Sadi Carnot a déposé sur le bureau de la Chambre des députés un rapport sur le projet de création d'une voie navigable qui relierait la capitale aux centres industriels du département du Nord et à la mer par le port de Dunkerque.

Deux projets sont en présence : le premier est l'œuvre de l'ingénieur en chef M. Flamant, qui réside à Amiens; le second a pour auteur M. Holleaux.

D'après M. Flamant, le nouveau canal s'embrancherait, entre Courcelles-lez-Lenz et Auby dans le Pas-de-Calais, sur le canal de la haute Deule, gagnerait la Scarpe à son point de jonction avec le canal de la Sensée, suivrait le canal jusqu'à Arleux, d'où il remonterait la vallée de l'Agache.

Un souterrain de $4^{km},5$ lui ferait franchir les collines qui séparent la région du nord du bassin de la Somme et, débouchant dans la vallée de la Tortille, le nouveau canal gagnerait, près de Péronne, le canal de la Somme qu'il suivrait jusqu'aux environs de Ham. Là, il se détacherait de la voie navigable du département de la Somme pour redescendre par la vallée de la Verse jusqu'à Noyon. De Noyon, il se dirigerait jusque près de Méry-sur-Oise et viendrait, par Pierrelay et Saint-Gratien, s'embrancher sur le canal de Saint-Denis. La longueur de la nouvelle voie n'excéderait pas 232^{km}, dont 49^{km} seraient empruntés à des canaux existants; ce qui réduirait la nouvelle entreprise à 186^{km} nouveaux, dont la construction exigerait, d'après les évaluations, une somme de 90 millions environ.

---

[1] Voyez le *Bulletin hebdomadaire* n° 124.

Le projet de M. Holleaux serait un peu moins dispendieux, parce qu'il emprunterait au canal à construire entre l'Escaut et la Meuse 39^{km} et 62^{km} au canal de la Sambre à l'Oise, que l'Etat rachèterait à la compagnie qui l'exploite en ce moment.

Il paraît que les populations donnent la préférence au projet de M. Flamant: la presque unanimité des 17 000 déposants, dont 100 sont des représentants des conseils municipaux des communes des cinq départements intéressés, et toutes les commissions d'enquête se sont prononcés dans ce sens.

La commission dont M. Sadi Carnot est le rapporteur s'est aussi prononcée en faveur du projet de M. Flamant. Elle l'a toutefois amendé, en suggérant le doublement des écluses et l'élargissement du canal, dont le plafond serait porté de 11^{m} à 17^{m}, afin de faciliter sur la nouvelle voie l'établissement d'une navigation à vapeur. Ces modifications doivent augmenter de 15 millions le devis primitif: 105 millions au lieu de 90.

Les dépenses d'entretien sont évaluées à 900000^{fr}; cette somme, jointe à l'intérêt du capital employé à la construction, élèverait à un peu plus de 5 millions, en mettant l'intérêt à 4 pour 100, les charges annuelles de l'État.

Parmi les avantages de la construction du canal projeté, la commission fait ressortir qu'elle permettra aux houillères du Nord et du Pas-de-Calais de soutenir, en réduisant leurs frais de transport, la concurrence pour Paris avec les charbonnages anglais qui, depuis l'augmentation du tirant d'eau de la Seine entre Paris et Rouen, arrivent dans la capitale par ce fleuve. Or l'abréviation de parcours que réaliserait la nouvelle voie entre Dunkerque et Paris ne serait pas moindre que 110^{km}. La région de l'Est bénéficierait aussi, par suite du nouveau canal de l'Oise à l'Aisne et du tracé de Noyon, d'un raccourcissement considérable. Enfin la voie de navigation qui relie la Méditerranée à la mer du Nord se trouverait à son tour abrégée de près de trois cents lieues.

§ 15.

Canal entre Manchester et Liverpool. — Depuis plusieurs années, on discute la possibilité de convertir Manchester en port de mer. C'est aujourd'hui seulement que cette idée commence à prendre corps, par suite d'une proposition de creuser le lit des cours d'eau qui existent déjà entre Manchester et Liverpool, et enfin quelques ingénieurs compétents ont reçu la mission d'examiner la dépense qu'occasionnerait cette gigantesque entreprise. Si leur rapport est favorable, on commencera tout de suite les travaux; mais on ne peut encore prévoir

quel sera leur verdict. Cependant il ne paraît pas impossible de réussir là, comme sur la Clyde, le Humber, le Tyne et l'Avon. Les canaux existent; il n'y a qu'à les approfondir et à les élargir, pour qu'ils puissent donner passage à des vaisseaux de fort tonnage et permettre à la marée d'y apporter les flots de l'Océan. La longueur totale du canal entre Manchester et Liverpool ne sera que de 37 milles, et on l'élargirait de façon à donner passage à deux vaisseaux de front; on évitera les écluses en donnant au canal une profondeur suffisante, ce qui sera plus économique. Le bassin projeté à Manchester couvrira près de 130 arpents, et les quais doivent avoir plus de 3 milles de développement. Si ce projet se réalise, il n'est pas douteux que toute la ligne du canal de Manchester à la mer ne se couvre en peu d'années de docks importants, ne serait-ce que pour charger la houille de ces vastes houillères qui se trouvent à proximité. Jusqu'à présent, la dépense nécessaire pour compléter les travaux est estimée à 4000000$\frac{1}{2}$ de livres sterling. Mais on calcule que le droit de péage, 3 shillings par tonne sur 5000000 de tonnes, donnerait dès le commencement 5 pour 100 d'intérêt au capital, quand même les travaux monteraient à 15000000.

Rapport entre les propriétés odorantes des corps et le poids atomique de ceux-ci.

On sait que les corps à l'état solide ou à l'état liquide n'ont aucune odeur, et que, parmi les corps à l'état de gaz ou de vapeur, il en est qui sont inodores, tandis que d'autres affectent plus ou moins fortement et de diverses manières le sens de l'odorat, mais on ignore complètement de quoi dépend cette différence. D'après les recherches récentes d'un physiologiste anglais, M. Ramsay, cela tiendrait au poids atomique de ces corps. D'après lui, pour exhaler une odeur quelconque, une substance doit avoir un poids atomique au moins égal à 50 fois celui de l'hydrogène, et il arrive à cette conclusion, que les sensations de l'odorat sont produites par des vibrations à courtes périodes. Les différentes odeurs dépendraient du nombre et de la forme des vibrations, comme cela a lieu pour les sensations auditives lumineuses et calorifiques. Le travail de M. Ramsay a été publié dans le journal anglais *Nature*.

Le Gérant, E. Cottin,

A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

17 SEPTEMBRE 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 129.

Hommage a la mémoire de Fermat.

A l'occasion de l'inauguration de la statue de Fermat à Beaumont-de-Lomagne (Tarn-et-Garonne), le 20 août dernier, aux frais de M. Despeyrous, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, M. l'amiral **Mouchez**, délégué de l'Académie des Sciences, a prononcé le discours suivant sur ce géomètre illustre.

« Messieurs,

» L'Académie, toujours soucieuse de conserver le souvenir des gloires scientifiques de la France, ne pouvait laisser échapper cette occasion de manifester son vif intérêt pour la belle cérémonie qui nous réunit aujourd'hui à Beaumont, et par laquelle vous voulez transmettre à la postérité l'image de Fermat, votre illustre concitoyen, et l'honneur de la Science française au XVIIe siècle.

» Permettez-moi, cependant, de vous exprimer le regret que, au dernier moment, les circonstances n'aient pas permis à l'un de nos savants géomètres de l'Institut de venir vous faire entendre ici une parole plus autorisée que la mienne, et plus digne de l'homme de génie que nous voulons honorer; mais, si ma voix est impuissante à lui rendre un juste hommage, je n'ai heureusement qu'à consulter nos plus grands géomètres et l'histoire de la Science pour suppléer à cette insuffisance et vous montrer que les savants les plus illustres des deux derniers siècles se sont inclinés devant le génie de Fermat. C'est à leur témoignage que je vais faire appel.

» Si le nom de Fermat brille depuis longtemps d'un si vif éclat dans la Science, une modestie plus rare encore que ses talents, car on n'en citerait pas un deuxième exemple, a cependant tenté, sans y réussir, de le dérober à la gloire.

» Fermat, pendant sa vie, n'a rien publié, n'a rien écrit

pour le public, invitant jusqu'au dernier jour les confidents et les admirateurs de son génie à garder pour eux seuls les trésors d'invention et de sagacité semés sans prétention dans sa correspondance.

» De plus, d'une découverte rapidement écrite dans une lettre, il ne gardait ni brouillon, ni copie. Mais ces découvertes avaient une trop haute portée scientifique pour ne pas attirer l'attention du monde savant sur leur auteur. Arracher à Pascal des cris d'admiration; ramener, à force de candeur, de modestie vraie et de génie, l'esprit dominateur et orgueilleux de Descartes, n'était-ce pas, messieurs, un assez beau triomphe? et celui dont l'impassible modestie reçut de tels assauts sans en être ébranlé serait-il sensible à l'humble hommage que nous venons lui rendre ?

» Laissons parler maintenant les plus grands juges :

» Pascal, l'auteur du *Traité de la Roulette*, l'inventeur du *Calcul des Probabilités,* lui écrivait un jour : « Cherchez ailleurs qui vous suive dans vos inventions numériques; pour moi, je vous confesse que cela me passe de bien loin; je ne suis capable que de les admirer. »

» Le témoignage arraché à Descartes comme par regret, et par respect pour la vérité, semble plus glorieux encore pour ces deux grands génies, si dignes de se comprendre et de s'estimer; en parlant à Mersenne d'objections faites par Fermat, qu'il ne connaissait pas bien encore, Descartes écrivait un jour avec dédain : « Comme il y en a qui refusent de se battre en duel contre ceux qui ne sont pas de leur qualité, je pense avoir quelque droit à ne pas m'arrêter à lu répondre. »

» Mais Fermat, sans insister, se contente d'avoir raison et de le prouver d'une manière irréfutable; juge irréprochable quand il voulait bien être attentif, Descartes daigne alors lui écrire : « Je pense être obligé de vous avouer franchement que je n'ai jamais connu personne qui m'ait fait paraître qu'i sût autant que vous en Géométrie. »

» Aux témoignages de Pascal et de Descartes, il est impossible d'en joindre de plus hauts; Fermat, cependant, a cette bonne fortune que nous pouvons trouver à la même hauteur plus d'une citation aussi glorieuse.

» D'Alembert a écrit : « On doit à Fermat la première invention du Calcul aux quantités différentielles pour les tangentes; la géométrie nouvelle n'est que cette méthode généralisée. »

« On peut regarder Fermat, a dit Lagrange, comme le premier inventeur des nouveaux calculs. »

» Laplace, l'immortel auteur de la *Mécanique céleste,* écrivait à peu près dans les mêmes termes : « On doit regarder Fermat comme le véritable inventeur du Calcul différentiel. »

» Cauchy enfin a dit que Fermat a été un des plus grands génies qui ait illustré la France.

» Il paraît inutile de poursuivre ces citations. La caution doit sembler suffisante. Fermat, croyez-en de si grands juges, fut donc un incomparable géomètre.

» Mais ne fut-il que cela? Non, messieurs. Comme magistrat et comme jurisconsulte, Fermat fut une des gloires du Parlement de Toulouse. Cependant il ne permit jamais à ses profondes méditations, à la rédaction de ses plus brillants résultats, d'usurper une seule heure sur ses travaux de magistrat; il savait sacrifier le plaisir au devoir.

» Ce n'est pas tout encore; Fermat, élevé dans cette petite ville de Beaumont, y avait reçu la forte et saine éducation que les plus louables, les plus persévérants efforts ont grand'peine à donner aujourd'hui aux jeunes gens les mieux doués dans nos cités les plus florissantes.

» Les langues anciennes lui étaient familières, et, non content de lire les textes les plus obscurs en les éclairant de sa vive intelligence, son esprit judicieux et inventif restituait avec vraisemblance plus d'une page perdue d'un savant de l'antiquité.

» Les poésies de Fermat étaient admirées dans une ville où des récompenses enviées, décernées en tout temps par de bons juges, ont été depuis des siècles et sont encore aujourd'hui glorieusement méritées. Ce n'est pas en français seulement, mais en latin, en grec, en espagnol, en italien, que Fermat s'était fait une réputation de poète. Aussi modeste pour ses vers que pour ses beaux théorèmes, mais malheureusement mieux obéi, il n'a laissé parvenir jusqu'à nous aucune de ses œuvres poétiques.

» Les écrits scientifiques de Fermat, recueillis par la piété de son fils, sont devenus depuis longtemps aussi rares que précieux. La France, attentive à toutes ses gloires, doit prochainement donner au monde savant une édition enrichie de documents nombreux, lentement recueillis par les admirateurs de son génie.

» Au témoignage des grands hommes qui ont salué Fermat comme un maître, se joindra celui des lecteurs formés chaque jour dans nos grandes écoles, qui, voulant et sachant juger par eux-mêmes, n'auront à consulter, pour admirer Fermat, ni Pascal, ni Descartes, ni d'Alembert, ni Lagrange, ni Laplace, mais Fermat lui-même, dans sa force et sa concision; plus d'un peut-être, comme l'illustre Cauchy, il y a un demi-siècle, marquera ses premiers pas dans une carrière glorieuse en s'essayant sur l'une de ces énigmes du génie, léguées par Pierre Fermat à la curiosité des siècles à venir.

» Maintenant, Messieurs, permettez-moi de finir en vous

félicitant vivement de l'excellente et patriotique pensée que vous avez eue, en élevant ce monument à la mémoire de votre illustre concitoyen. La France, plus que jamais, depuis qu'elle a subi une atteinte momentanée dans sa puissance matérielle, doit revendiquer hautement la gloire de ses grands hommes, qui, au point de vue intellectuel, scientifique et moral, l'ont toujours maintenue et la maintiendront toujours dans la voie des progrès de l''humanité, à la tête de toutes les nations du monde. »

Des prétendus organismes des météorites et de la fabrication artificielle de produits ayant des formes semblables a celles des éléments organiques des animaux et plantes.

Vers la fin de l'année 1880, l'attention des cosmographes, des géologues et des zoologistes fut vivement excitée par la publication d'un grand ouvrage allemand, imprimé avec luxe, accompagné de nombreuses figures photographiées d'après nature, orné de belles planches, dû à un savant de l'Université de Tubingue, le Dr Otto Hahn, et intitulé : *Les Météorites* (*Chondrites*) *et leurs organismes*. L'auteur, familiarisé avec l'emploi du microscope, s'était livré à une série d'études persévérantes de la structure intime des corps que l'on appelle vulgairement des *pierres tombées du ciel*, et il était arrivé à cette conclusion inattendue que certaines de ces météorites sont constituées par « un feutre d'animaux, un tissu dont toutes les » mailles étaient jadis des êtres vivants, des animaux des types » les plus inférieurs, des commencements d'une création ». Pour s'en convaincre, il suffit, dit-il, de jeter les yeux sur les formes dont il donne des figures exactes; on reconnaît ainsi que ces météorites sont des restes d'animaux ayant vécu dans « l'eau, des restes de spongiaires, de coraux et de crinoïdes » métamorphosés par pétrification en enstatite ».

Si les conclusions présentées avec une confiance absolue par le Dr Hahn étaient bien fondées, les conséquences en seraient d'un intérêt de premier ordre; mais, avant de les admettre, il fallait les soumettre à un contrôle sévère. Un des zoologistes les plus éminents de la Suisse, M. le professeur Vogt, président de l'Institut national genevois, a assumé cette tâche et, dans un Mémoire qui vient de paraître dans les actes de cette compagnie savante, il a sapé par les bases le travail du micrographe de Tubingue.

M. Vogt a reconnu d'abord que, pour voir clair dans des préparations du genre de celles observées par M. Hahn, il était nécessaire d'opérer sur des lames beaucoup plus minces que ne l'étaient celles étudiées par ce savant et que, afin d'apprécier la signification des formes mises en évidence, il fallait, au lieu de se contenter d'apparences grossières, comparer les

parties constitutives de ces météorites aux éléments anatomiques des tissus organisés auxquels cet auteur les assimilait. Le naturaliste genevois a procédé de la sorte en prenant pour objet de ses investigations les météorites sur lesquelles M. Hahn avait opéré, et en examinant successivement la structure intime des parties considérées par celui-ci comme étant des spongiaires, des coraux et des crinoïdes. Or, cette étude lui a fourni la preuve de l'inexactitude des déductions de son prédécesseur.

Ainsi M. Vogt a constaté que les faisceaux en forme de gerbes assimilés par M. Hahn à des polypiers fossiles de la famille des Favosites, au lieu d'être, comme ceux-ci, composés d'agrégats de tubes constitués par les parois du corps allongé d'autant de coralliaires, sont seulement des paquets de fibres composées chacune d'une série linéaire de corpuscules cristallins et comparables aux chapelets de glaçons microscopiques dont résultent les dessins en forme d'arborisations produits sur les vitres de nos fenêtres par la congélation de la vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère. M. Vogt a examiné de la même manière la structure intime des minéraux artificiels, analogues à des météorites, que M. Daubrée avait fabriqués de toutes pièces, et il a trouvé des formes semblables à celles d'après lesquelles M. Hahn concluait à l'origine animale des météorites naturelles. Enfin M. Vogt résume son travail en formulant les propositions suivantes :

1° Les prétendus organismes des météorites (chondrites) n'existent pas, et ce que l'on a décrit et figuré comme tels est engendré par des conformations cristallines absolument inorganiques.

2° Aucun de ces prétendus organismes n'a la structure microscopique propre aux organismes vrais, auxquels on les a associés; en particulier, les prétendus spongiaires ne montrent pas la structure des vrais spongiaires vivants ou fossiles, ni les soi-disant coraux celle des polypiers des anthozoaires, ni les crinoïdes imaginaires celle des crinoïdes reconnus.

3° Les structures observées sont ou dues à la présence d'une matière incrustante opaque ou le résultat d'illusions d'optique, causées par une méthode incomplète de recherches microscopiques.

4° L'observation microscopique de plaques minces, obtenues par le polissage, poussé seulement jusqu'à une certaine limite, est insuffisante pour se rendre compte de la structure des chondres.

Cette recherche doit être contrôlée par des observations faites sur des plaques réduites à la dernière limite, ainsi que par l'examen des chondres dissociés au moyen des acides et de la potasse caustique.

5° Les observations de contrôle démontrent avec évidence que tous les chondres sont composés de pièces transparentes, cristallines, groupées de différentes manières, mais le plus souvent en colonnettes ou en aigrettes ramifiées et rayonnant depuis un centre. Les interstices, les cassures et les séparations de ces pièces groupées sont remplis par une matière incrustante opaque, résistant en grande partie à l'action des acides, simulant des cloisons « ayant corps » et autres particularités attribuées à une structure organique.

6° Les aigrettes composant les chondres sont identiques, quant à leur forme et au groupement des pièces cristallines qui les composent, avec les aigrettes d'enstatite artificielle obtenues par M. Stanislas Meunier dans ses expériences; comme aussi les boulettes de givre formées dans ces mêmes expériences sont analogues, quant à l'ensemble du groupement, aux chondres ramifiés et articulés.

7° Certains chondres à fin striage laissent voir un groupement colonnaire rectiligne, identique avec la structure des enstatites terrestres (*Schillerfels* de Baste, dans le Hartz).

8° La plupart des chondres contiennent une quantité de groupes de cristaux plus gros, identiques, quant à leur groupement, à leurs formes et à leur structure, avec les groupes de cristaux d'enstatites obtenus par M. Daubrée par la fusion du péridot avec du fer doux.

9° En dehors des masses pulvérulentes, des substances métalliques et de la matière incrustante non cristallisée, les météorites ordinaires ne sont composées que d'éléments cristallins, réunis en chondres, comme le démontre la désagrégation par l'usure ou par les acides.

M. Vogt a débarrassé ainsi la Science d'une erreur grave qui aurait probablement servi de base à plus d'une œuvre d'imagination, mais il ne s'est pas arrêté là, et dans un nouveau travail qu'il a fait en collaboration avec son collègue M. le professeur Monnier, il a cherché à se rendre compte des circonstances dans lesquelles des matières inorganiques peuvent réaliser des formes analogues à celles réputées caractéristiques des produits d'un travail vital [1].

Le point de départ de ces nouvelles recherches a été fourni par l'observation suivante, faite par M. Monnier il y a une dizaine d'années.

En laissant tomber dans une solution de sucrate de chaux une parcelle de sulfate de cuivre, M. Monnier vit se former,

[1] Le travail de MM. Monnier et Vogt, présenté à l'Académie des Sciences le 2 janvier dernier, a été publié dans le *Journal de l'anatomie et la physiologie de l'homme et des animaux*, dirigé par MM. Ch. Robin et Pouchet, t. XVIII, n° 2, et édité par la librairie G. Baillière.

sous le microscope, des tubes qui s'étendaient dans tous les sens en serpentant et qui présentaient une paroi propre, très fine sur les tubes minces, à doubles contours, et ayant une épaisseur notable sur les tubes plus gros.

Les tubes s'allongeaient sous les yeux de l'observateur; ils contenaient de fines granulations qui se disposaient le long des parois après s'être formées à l'extrémité ouverte du tube; on croyait voir comme un courant de granulations, entrant dans l'orifice ouvert du tube, tandis que celui-ci marchait en sens contraire. Finalement le phénomène prenait fin et le tube se fermait en pointe.

Pressé par d'autres travaux, M. Monnier ne continua pas ses recherches. « Nous les avons reprises en commun, disent ces observateurs, et nous venons aujourd'hui présenter les principaux résultats obtenus jusqu'à présent : nous les exposerons en détail dans un Mémoire plus étendu, accompagné de planches.

» L'expérience fondamentale est facile à répéter.

» On prépare une solution aqueuse de sucrate de chaux, assez concentrée pour que le liquide soit très faiblement visqueux.

» On place une goutte de ce liquide sur un porte-objet; on écrase un cristal de sulfate de cuivre avec un manche de scalpel et, après avoir saupoudré la goutte avec un peu de cette poudre impalpable, on observe au microscope.

» On se trouve en présence d'un phénomène de double décomposition, qui se fait au milieu d'un liquide comparable, par ses qualités physiques et chimiques, à un protoplasme assez fluide.

» Il se forme du sulfate de chaux et du sucrate de cuivre; mais cette réaction, qui, dans un liquide très aqueux, ne produit qu'un précipité amorphe, entraîne dans ce protoplasme artificiel, comme nous voulons l'appeler, la formation de tubes à parois distinctes et à contenu granuleux hétéromorphe : ces tubes ressemblent, à s'y méprendre, à certaines formes tubulaires organiques, à des boyaux polliniques ou à des tubes fécondateurs de certaines floridées.

» La cause de la formation de ces tubes devait évidemment être cherchée dans la présence d'un liquide très légèrement visqueux.

» On devait penser immédiatement aux recherches si connues de Traube et de tant d'autres auteurs, qui avaient pour but la production articielle de cellules organiques.

» Toutes ces expériences, que nous croyons inutile de discuter ici, présentaient, comme notre expérience fondamentale, un côté vulnérable en ceci, que des substances de provenance organique entraient en jeu, de l'albumine, de la graisse, du protoplasme, du sucrate, etc. On pouvait faire à toutes ces

expériences une objection capitale, qu'on n'a pas manqué de produire, savoir que la substance organique avait la propriété inhérente de donner naissance à des formes organiques et qu'elle conservait cette propriété à travers toutes les transformations que l'on pourrait lui faire subir.

» Convaincus que c'était la viscosité du liquide seule et non sa provenance qui entrait en jeu, nous devions songer à remplacer notre protoplasme artificiel par un liquide absolument inorganique.

» Nous n'en connaissons qu'un fort petit nombre : ce sont surtout les silicates alcalins.

» En conséquence, nous avons expérimenté en premier lieu avec le silicate de soude. Après plusieurs tâtonnements, nous avons reconnu qu'un certain degré de concentration était indispensable pour la production des formes pseudo-organiques. Dans une solution trop diluée, on n'obtient que des précipités pulvérulents; dans une solution trop concentrée, les parcelles de cristaux tombées dans le liquide s'entourent immédiatement d'une enveloppe résistante, épaisse, imperméable, qui empêche toute réaction ultérieure.

» En expérimentant avec une solution de silicate de soude appropriée, on obtient absolument les mêmes formes qu'avec le sucrate de chaux.

» On peut donc impunément substituer l'une de ces solutions à l'autre; une des conditions indispensables pour la naissance des formes pseudo-organiques étant la production d'un sel peu ou point soluble par double décomposition, on peut recourir à celui des deux liquides qui présente ce phénomène dans le cas où l'autre ne formerait pas un précipité insoluble. Les carbonates agissent sur le sucrate de chaux, mais non pas sur le silicate de soude.

» Nous avons opéré sur ce dernier en premier lieu avec les sulfates de cuivre, de fer, de nickel, de zinc, de magnésie, etc.,

» Plus tard, nous avons aussi employé des phosphates.

» Tous les sulfates ont formé, avec le silicate de soude, des tubes absolument identiques, quant à la forme, avec ceux obtenus avec le sucrate

» Au moment où la parcelle d'un cristal de sulfate tombe dans le liquide, elle s'enveloppe d'une membrane transparente, éminemment dialytique, à travers laquelle le liquide continue à agir. On voit le cristal se réduire par secousses, tandis que la membrane s'étend et se gonfle. La membrane ne laisse passer que du liquide; en colorant le silicate de soude avec du carmin finement trituré, on peut se convaincre que le carmin ne pénètre ni dans cette cellule primitive, ni dans les tubes qui se projettent.

» Cette expérience prouve aussi que le mouvement apparent

des granules que l'on croit voir sur l'extrémité béante des tubes en marche n'est qu'une illusion d'optique produite par l'allongement assez rapide des tubes en marche.

» Ces granulations ne sont jamais colorées par le carmin.

» Lorsque l'enveloppe de la parcelle en décomposition s'est gonflée, les tubes en partent dans toutes les directions.

» Les formes de ces tubes sont constantes pour chaque sulfate.

» Leur grosseur dépend en grande partie de la grosseur des parcelles de cristaux mises dans le liquide. Un grain plus gros formera des gros tubes munis de parois à doubles contours, tandis que des parcelles très fines poussent des tubes d'une finesse souvent remarquable.

» On observe sur ces tubes des ramifications, des soudures, des cloisons transversales, un contenu semi-liquide, transparent, dans lequel sont disposés des granules extrêmement fins. Les granulations forment quelquefois des bandes ondulées dans les gros tubes; dans d'autres, elles s'assemblent derrière les cloisons transversales.

» Le plus souvent elles sont disposées le long des parois, le milieu du tube, qui est toujours rond, restant parfaitement limpide; mais nous avons observé des tubes présentant, à s'y méprendre, l'aspect d'un gros tube nerveux qui commence à s'altérer, un cylindre-axe au centre du tube, de la myéline granuleuse, séparée du cylindre-axe par un espace clair, et le tout enveloppé d'une gaine à double contour.

» Les tubes engendrés par le sulfate de zinc sont incolores, tandis que ceux formés par les autres sulfates sont plus ou moins colorés en vert.

» Tous ces tubes formés dans le silicate sont très persistants; après les avoir lavés avec de l'eau distillée, pour enlever l'excès de silicate et le sulfate soluble, on peut les conserver dans l'eau, les monter comme préparations dans le baume, etc. En les desséchant dans un excès de silicate, on obtient des formes curieuses, engendrées par le retrait du liquide qui les remplissait.

» C'est de cette manière que nous avons produit des formes qu'on ne pourrait distinguer des spicules de certains spongiaires, avec un canal parfaitement accusé au centre et double base perforée également par un canal central.

» Le fait que c'est la viscosité faible du liquide qui seule est la cause de la formation des tubes, et que ces formes, organiques au premier chef, se produisent indistinctement dans des liquides de provenance organique ou inorganique, nous donnait une plus grande latitude pour nos expériences; comme nous l'avons dit plus haut, nous pouvions employer, sans crainte, l'un ou l'autre de nos liquides, suivant la

nature des sels que nous voulions soumetre à l'épreuve.

» Les carbonates alcalins ne donnent pas un précipité insoluble avec le silicate de soude : nous avons dû nous adresser au sulfate de chaux pour les expérimenter.

» Les carbonates alcalins de potasse, de soude, d'ammoniaque, engendrent, non pas des tubes, mais des cellules rondes à canaux poriques ouverts.

» Les formes de ces cellules sont tout aussi constantes que celles des tubes. Les cellules ont des parois plus ou moins épaisses; au centre se trouve, dans la plupart des cas, un amas de granules non décomposés du sel, simulant souvent un noyau; de ce centre rayonnent, vers la périphérie, des canaux poriques, tantôt plus épais, tantôt plus minces, ondulés et serpentants dans certains cas, droits comme les rayons d'une sphère dans d'autres, espacés ici, plus serrés là. Tous ces canaux arrivent à la périphérie de la cellule où ils sont largement ouverts. En plaçant le foyer du microscope dans la coupe optique de la cellule, on voit souvent un courant de granules sortir de l'orifice d'un canal et le canal lui-même se projeter en forme de tube évasé, au delà de la périphérie très nettement accusée de la cellule; mais ces prolongements se détruisent bientôt, et la cellule reste parfaitement limitée sur toute sa périphérie par sa paroi. En plaçant le foyer du microscope très haut, de manière à fixer le point culminant de la cellule sphérique, on voit distinctement les orifices béants parfaitement arrondis des canaux et les granules rangés en cercle contre la paroi nettement accusée du canal porique. On trouve des cellules doubles, triples, confondues sur une portion de leur périphérie, etc.

» Tous les carbonates expérimentés engendrent des cellules ; les sulfates projettent des tubes.

» Il y a cependant des exceptions.

» Le sulfate de nickel et le sulfate de magnésie donnent, avec le silicate, des formes combinées. Des parois très épaisses, brunâtres, d'une apparence cornée, forment une cellule, hérissée, le plus souvent seulement d'un côté, de tubes épais, remplis de granules, qui se projettent dans la paroi claire, s'y arrêtent quelquefois, mais la dépassent ordinairement en forme de piquants. L'alun de chrome ne forme point de tubes, mais des cellules à parois granuleuses, confondues ensemble, qui ressemblent aux cellules de certains cartilages en voie d'ossification.

» Nous donnerons, dans le Mémoire détaillé que nous préparons dans ce moment, le tableau des réactions que nous avons expérimentées jusqu'à présent. Mais nous pouvons déduire de nos expériences, d'ores et déjà, un certain nombre de conclusions qui nous paraissent présenter quelque intérêt.

» 1. Des éléments figurés, présentant tous les caractères de formes appartenant aux éléments organiques, tels que cellules simples et à canaux poriques, des tubes à parois, à cloisons, à contenu hétérogène granulé, etc., peuvent être produits artificiellement dans un liquide approprié par le concours de deux sels, formant par double décomposition, soit deux, soit un seul sel insoluble. L'un de ces sels doit être dissous dans le liquide, tandis que l'autre doit être sous forme solide.

» 2. Les formes d'éléments organiques (cellules, tubes) se produisant tout aussi bien dans un liquide de provenance organique ou semi-organique (sucrate de chaux) que dans un liquide absolument inorganique (silicate de soude), il ne peut plus dorénavant être question de formes distinctives, caractérisant les corps inorganiques d'un côté, les corps organiques de l'autre.

» 3. La formation d'éléments figurés pseudo-organiques dépend de la nature, de la constitution visqueuse et de la concentration des liquides, dans lesquels elle doit se produire. Certains liquides visqueux (solution de gomme arabique, de chlorure de zinc) n'en donnent point.

» 4. La forme des produits pseudo-organiques est constante par rapport aux sels cristallisés et aussi constante que toute forme cristalline de minéraux. Cette forme caractéristique se maintient si bien, qu'elle peut servir même à reconnaître, dans des mélanges, une proportion tout à fait minime d'une substance. On peut employer cette forme comme moyen d'analyse aussi sensible que l'analyse spectrale et différencier, par exemple, les carbonates, sesquicarbonates et bicarbonates alcalins les uns des autres.

» 5. La forme des éléments pseudo-organiques artificiels dépend principalement de l'acide qui entre dans la composition du sel solide. Les sulfates et les phosphates, dans certains cas, engendrent dans la règle des tubes, tandis que les carbonates produisent des cellules.

» 6. A part quelques exceptions, telles que les sulfates de cuivre, de cadmium, de zinc, de nickel, des formes pseudo-organiques ne sont engendrées que par le concours de substances que l'on trouve dans les organismes réels. C'est ainsi que le sucrate de chaux engendre des formes organiques, tandis que les sucrates de strontiane ou de baryte n'en forment point.

» 7. Les éléments artificiels pseudo-organiques sont entourés de véritables membranes, dialysantes au plus haut degré, ne laissant passer que des liquides. Ils montrent un contenu hétérogène et produisent, dans leur intérieur, des granulations disposées dans un ordre déterminé. Ils sont donc, sous le rapport de leur constitution comme sous celui de leur forme,

absolument semblables aux éléments figurés dont sont construit les organismes.

» 8. Il est probable que les éléments inorganiques contenus dans le protoplasme organique jouent un certain rôle dans la constitution des éléments organiques figurés pour la détermination des formes que ces éléments présentent. »

Les faits constatés par MM. Vogt et Monnier sont d'une grande importance pour l'étude de l'histogénie et viennent corroborer l'opinion des géologues qui depuis longtemps se refusent à considérer le prétendu éozoon du terrain laurantien d'Amérique comme étant un corps organisé, conservé à l'état fossile depuis les premiers temps de l'existence de la vie à la surface du globe, ainsi que le supposent M. Carpenter et beaucoup d'autres naturalistes.

DÉCOUVERTE DE LA VARIATION DE LA DÉCLINAISON; par M. **L. Lagrange**, lieutenant du Génie.

La connaissance de l'aiguille aimantée et de ses remarquables propriétés, répandue d'abord par les Arabes dans le bassin de la Méditerranée, fut, dès le XIIe siècle, utilisée par les marins de toutes les nations. Cette circonstance est prouvée par la mention que font de cet instrument les grands esprits de l'époque et ceux des deux siècles suivants : Vincent de Beauvais, Albert le Grand, Jacques de Vitry, Guyot de Provins et enfin Brunetto Latim, le maître de Dante, qui l'avait vu pour la première fois chez Roger Bacon. Mais la boussole à aiguille flottante, dont l'usage était très difficile, se trouvait seule employée; et ce n'est que vers le milieu du XIVe siècle que François de Buti, dans son commentaire sur Dante, signale la boussole à pivot, dont il attribue la découverte à Flavio Gioja d'Amalfi.

Quoi qu'il en soit, il est bien certain que, dès la fin du XIVe siècle, cette boussole perfectionnée devint d'un usage général pour la navigation, et que les nombreuses et rapides découvertes maritimes des Portugais et des Espagnols vers les Indes n'auraient pu se succéder, comme elles l'ont fait, sans ce précieux instrument qui permet de retrouver sa route alors que tous les autres moyens viennent à manquer.

Mais bientôt une acquisition scientifique d'une importance bien plus grande encore pour les progrès de l'Astronomie nautique vint se joindre à celles déjà faites, et ce fut à un des plus nobles représentants des peuples navigateurs du bassin de la Méditerranée qu'elle dut de paraître au monde.

C'est, en effet, à Christophe Colomb que l'on doit la découverte de la variation magnétique, comme il l'exprime lui-même ou, pour parler plus exactement, de la variation dans la dé-

clinaison magnétique en des lieux différents. Peut-être même, mais la chose est moins certaine, découvrit-il en même temps l'existence de cette déclinaison et celle de sa variation. La nuit du 13 septembre 1492, par 28° de latitude, sur le parallèle des Canaries, et par 31° de longitude à l'ouest du méridien de Paris, fut faite sur la Caravelle *Santa Maria*, montée par Colomb, une observation qui remplit d'effroi les pilotes : les boussoles marquaient le nord-ouest (*norou estaban*); cet effroi ne fit que s'accroître quand on vit cette variation augmenter sans cesse, à mesure que l'on avançait vers l'ouest; le 17 elle était déjà d'un quart de vent, ce qui équivaut à environ 11° du cadran. L'amiral trouva un moyen assez ingénieux de rendre aux pilotes la confiance qu'un fait aussi extraordinaire leur avait fait perdre. Connaissant le mouvement diurne de la polaire qui, à cause de son peu d'amplitude, était généralement ignoré des marins de cette époque, il eut soin de leur faire observer la boussole alors que le matin l'étoile se trouvait à l'ouest du pôle: « C'est donc la polaire », leur dit-il, « qui se meut; les aiguilles (*agujas*), elles, sont toujours bonnes, elles marquent toujours le même point et nous pouvons continuer sans crainte notre navigation. » Cette explication du passage intéressant où le grand navigateur rapporte sa découverte a été donnée par A. de Humboldt, qui, dans son examen critique de la Géographie du nouveau continent, a jeté de si grandes lumières sur l'histoire des sciences astronomiques au commencement de l'époque moderne. Colomb lui-même ne se méprit point sur l'importance de la découverte qu'il venait de faire, et qu'une fausse critique attribua longtemps à Sébastien Cabot, quoique son voyage au nord de l'Amérique fût postérieur de cinq ans au premier voyage de Colomb. Mais ce qui est curieux, c'est la façon extraordinaire dont l'amiral prétend expliquer cette variation dans la déclinaison à l'ouest des îles Açores; il l'attribue à « la douce température de l'air » et exprime les opinions les plus aventureuses sur ce qu'il nomme « la propriété des quatre points cardinaux », qu'il donne à la polaire comme à l'aiguille aimantée. Sans entrer ici dans aucun détail sur les singulières productions théoriques que le moyen âge et le commencement du XVIe siècle nous ont fournies, nous ferons remarquer à quel point l'influence de son époque se faisait encore sentir dans l'esprit de Colomb, dès qu'il quittait le terrain purement expérimental sur lequel il avait débuté d'une façon si brillante. Il n'est pas facile à l'intelligence la mieux formée de se défaire des travers du siècle, et c'était un de ceux des XVe et XVIe de raisonner d'une façon parfois fort hasardée sur tous les phénomènes naturels, sans demander à l'expérience de moyens de vérification. Il en fut de même pour Colomb, et l'on retrouve dans ses idées théoriques l'influence

bien accusée de celles des stoïciens sur les sympathies et les antipathies qu'ils accordaient à tous les corps de l'univers.

Les observations de la boussole continuèrent à être faites avec la plus grande régularité à bord du navire monté par Colomb, et nous pouvons retrouver dans son journal les positions géographiques exactes de trois points où il observa la boussole sans déclinaison; ces déterminations ont permis de tracer avec assez d'exactitude la ligne sans déclinaison pour les dernières années du xv[e] siècle, dans l'océan Atlantique. Cette ligne, qui forme le premier document scientifique sérieux que nous possédions sur la distribution magnétique, était dirigée du nord-est au sud-ouest, passant près de l'île Florès, par environ 30° de latitude nord, et entre l'île de la Marguerite et le cap Codeva, sur la côte de Caracas, par environ 13° de latitude.

Un grand fait scientifique était donc acquis; il ne restait qu'à en développer les conséquences et, dès le siècle suivant, un grand nombre d'observations nouvelles, exécutées pendant les incessants voyages qui emmenaient alors tant d'aventuriers au nouveau monde, permirent d'édifier des théories plus sérieuses sur des données mieux assises.

La découverte remarquable dont nous venons de parler, jointe à un grand nombre de remarques de la plus haute importance sur la température et les caractères naturels des régions qu'il avait traversées, nous montre que le grand Génois possédait en lui-même un fonds de « philosophie naturelle » que son éducation première ne semble pas avoir pu lui donnner et qui le rend digne de tout notre intérêt au point de vue de l'histoire de la Science.

L'impression profonde et raisonnée qu'avaient produite sur lui ces faits nouveaux se retrouve d'une façon marquée dans la Bulle du 4 mai 1493, signée par le pape Alexandre VI, dans le but de délimiter les possessions croissantes des Espagnols et des Portugais. Colomb, qui fut probablement consulté en cette occasion, fit adopter pour ligne de démarcation un méridien tracé d'un pôle à l'autre et passant à cent lieues des îles Açores. Ce méridien marquait exactement la région où il avait été si étonné de voir l'aiguille rester sans déclinaison pour en changer au delà, et dont les caractères physiques sont aussi décrits par lui d'une façon si frappante. Il n'y a nul doute que ce ne soit là la cause de cette détermination de cent lieues qui peut paraître arbitraire au premier abord. « A cent lieues juste de l'île Florès », dit Colomb dans son journal, « l'aiguille aimantée se dirigeait exactement vers le nord, et plus nous avançâmes vers l'ouest, plus elle se dévia vers le nord-ouest, jusqu'à être d'un quart de vent. » La corrélation complète qui se fait remarquer entre les décisions prises par le Saint-Siége et les déclarations expresses du grand amiral nous sont donc un sûr

garant de notre assertion; il pourra paraître extraordinaire qu'un petit nombre d'historiens seulement aient donné à la Bulle d'Alexandre VI sa véritable signification. Robertson lui-même semble l'ignorer; il nous a donc paru intéressant de relever ce fait corrélatif de la découverte de la variation de la déclinaison.

Les faits scientifiques acquis par Colomb devaient donner une impulsion féconde à l'étude du magnétisme du globe. Jusqu'à lui, quoique l'on connût la propriété de l'aiguille aimantée, on croyait qu'en tous lieux cette aiguille était dirigée vers le même point du ciel. Le grand navigateur génois montra le premier qu'il n'en était pas ainsi, et qu'il existait même des lieux sur la terre où l'aiguille, qui faisait jusque-là avec le méridien astronomique un angle vers l'est, se confondait avec lui, pour s'infléchir au delà vers l'ouest. Ce dont Colomb ne se doutait pas encore, c'est qu'en un même lieu cet angle de déclinaison est variable; il croyait à l'immutabilité des lignes d'égale déclinaison. Cette dernière découverte d'ailleurs ne devait pas se faire attendre; mais à Colomb revient l'honneur d'avoir ouvert une voie féconde entre toutes; il fut un des premiers adeptes de la philosophie expérimentale et, à ce titre comme à celui de révélateur d'un nouveau monde, il a droit à tout notre intérêt et à toute notre admiration.

(Journal *Ciel et Terre.*)

Sur quelques insectes de la famille des Tipules qui habitaient la région scandinave a l'époque tertiaire et qui vivent actuellement en Amérique.

M. Osten-Sacken avait découvert, dans l'Amérique du Nord, une Tipulide remarquable par sa trompe très longue et filiforme, portant de petites palpes insérées tout à fait à l'extrémité de l'organe. Ce Diptère avait reçu de lui le nom d'*Elephantomyia Westwoodii.* En 1881, un de ses amis lui apporta un échantillon de la même espèce récolté en Bavière. Un fait analogue de distribution géographique était déjà connu pour le genre *Antocha* dont une espèce est représentée par des échantillons identiques en Europe et dans l'Amérique du Nord. Mais le cas de l'*Elephantomyia* offre un intérêt particulier venant de la distribution géologique de ce genre. En effet, on sait qu'un certain nombre de genres très spéciaux de Tipulides se rencontrent en même temps à l'état fossile dans l'ambre de la Prusse et à l'état vivant aux États-Unis, ce qui confirme les rapports que l'on a trouvés entre la faune et la flore tertiaires d'Europe et celles qui peuplent actuellement les États-Unis. Or le genre *Elephantomyia* est au nombre de ceux-ci et semble avoir été mieux représenté pendant l'époque tertiaire qu'aujourd'hui. Le Dr Loew en a distingué trois espèces dans l'ambre, tandis que de nos jours on ne connaît que celle propre

à l'Europe et à l'Amérique, que nous venons de mentionner, et une seconde non décrite, que M. Osten-Sacken a vue dans les collections rapportées de l'Afrique australe par Wahlberg.

M. Osten-Sacken montre que les autres Tipulides, qui sont représentées dans l'ambre d'Europe et dans la faune actuelle de l'Amérique du Nord, appartiennent à des genres ayant une distribution très sporadique.

Les caves naturelles de Roquefort (Aveyron).

La *Société d'études des Sciences naturelles de Béziers* a fait, le 11 juin dernier, une excursion géologique à Tournemire et à Roquefort; nous empruntons au compte rendu que l'un des membres de la Société, M. Henry Bouyz, nous a adressé de cette excursion, la description suivante des curieuses caves de Roquefort:

« Sur le revers septentrional du plateau du Lazac, entre Saint-Affrique et Saint-Rome-de-Cernon, s'avance, de l'est à l'ouest, une sorte de contrefort dont le sommet, qui forme un plateau étroit, est borné du côté du nord par un escarpement abrupt, hérissé de rochers coupés à pic, et d'une hauteur de plus de 100^m. C'est la montagne de Cambalou.

» A une époque indéterminée, une partie des roches oolithiques se détacha; elle suivit le mouvement des assises argileuses sur lesquelles elle reposait, à mesure que celles-ci glissaient sur les flancs d'un coteau; ses strates brisées, renversées les unes sur les autres en immenses blocs, formèrent un nouveau sol irrégulier, laissant entre eux des fissures nombreuses. L'air, en y pénétrant dans plusieurs sens, y forma des courants, en même temps que les eaux pluviales, par leur infiltration, les remplissaient d'humidité.

» C'est sur ce nouveau sol que fut bâti plus tard le village de Roquefort, à une altitude de 777^m. Ce sont ces failles ou fissures et l'air rafraîchi qui en sort qui ont été utilisés pour la préparation des fromages produits par le lait des brebis de la contrée. Ce sont les grottes naturelles qui furent les premières caves, et à l'ouverture desquelles, plus tard, on construisit des locaux plus vastes qui sont les caves actuelles avec leurs accessoires. La température des caves varie entre 4° et 8° C. d'un jour à l'autre, d'une cave et d'une partie de cave à l'autre. L'air amené par les failles est chargé d'humidité, dont la moyenne est de 60° à l'hygromètre. Ce sont ces rapports entre la température des caves de Roquefort et le degré de l'humidité de l'air que les courants apportent qui donnent à ces caves leurs qualités et les rendent inimitables. » (*La Nature.*)

Le Gérant, E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

24 SEPTEMBRE 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 130.

SUR L'EMPLOI DES GAZ D'ÉCLAIRAGE ET LES PRODUITS ACCESSOIRES DE SA FABRICATION.

Dans une réunion de l'Association Britannique, tenue à Southampton il y a peu de jours, M. Siemens, président de cette Compagnie savante pour l'année 1882, a passé en revue les progrès récents des diverses branches des sciences appliquées à l'industrie; son discours a été reproduit dans la *Revue scientifique* du 9 septembre, et nous en extrayons l'article suivant sur l'emploi du gaz d'éclairage en Angleterre :

« Le gaz est un produit d'une valeur considérable pour l'artisan ; il exige peu d'attention; il est fourni dans des conditions réglées d'avance; il donne, avec une lumière agréable, une chaleur douce qui souvent rend inutile tout autre chauffage. Le temps n'est pas éloigné, je crois, où tous, riches et pauvres, se serviront du gaz comme du calorique le plus agréable, le plus propre et le plus économique. On ne verra plus alors la houille brute que dans les houillères et dans les usines à gaz. Lorsque la ville à approvisionner ne sera pas à plus de 50^{km} d'une houillère, l'usine à gaz pourra être établie au haut, ou mieux encore au fond de la mine : on supprimera ainsi les frais d'extraction du minerai, et le gaz, en montant du fond de la mine, aura une force ascensionnelle suffisante pour arriver à destination. La possibilité de transporter le gaz combustible à des distances aussi considérables au moyen de conduites a été prouvée dans la ville de Pittsburg, où l'on emploie de grandes quantités de gaz naturel provenant des mines de pétrole.

» Le quasi-monopole dont les compagnies de gaz ont joui si longtemps a eu pour effet inévitable d'arrêter le progrès. Le gaz étant distribué au compteur, les compagnies ont cru avantageux de donner seulement la quantité de lumière prescrite par les règlements et de repousser les inventions de

brûleurs économiques pour arriver à un maximum de consommation. L'emploi du gaz comme calorique n'a pas été encouragé; aujourd'hui encore, il est difficile, en raison du système critiquable qui réduit à un minimum la pression dans les conduites pendant le jour, et seulement pour prévenir l'introduction de l'air atmosphérique dans les conduites.

» L'invention de la lumière électrique a convaincu les directeurs des Compagnies de gaz qu'une telle disposition n'est plus possible et qu'il faut lutter désormais par des améliorations techniques. Le *Gas Institut* s'est livré à des discussions approfondies sur les nouveaux procédés qui ont pour objet l'abaissement du prix de production et l'accroissement de la pureté et du pouvoir éclairant du gaz; déjà des brûleurs perfectionnés, qui rivalisent comme éclat avec la lumière électrique, charment nos yeux lorsque nous passons dans nos principales rues.

» Au point de vue de l'importance de la production actuelle du gaz, nous voyons, d'après les documents officiels, que le capital employé dans les industries du gaz en Angleterre, non compris les dépenses faites par les autorités locales, atteint 150 millions; 4281048 tonnes de charbon sont distillées chaque année et produisent 43000000 de pieds cubes de gaz et environ 2800000 tonnes de coke (1). La quantité de houille distillée annuellement dans le Royaume-Uni peut être évaluée à 9 millions de tonnes produisant 500000 tonnes de goudron, 1 million de tonnes d'ammoniaque, 4 millions de tonnes de coke; ces chiffres m'ont été fournis par les directeurs et propriétaires d'un grand nombre d'usines à gaz. A cela, il convient d'ajouter 120000 tonnes de soufre, qui jusqu'à présent sont sans valeur.

» Jusqu'à l'année 1856, époque à laquelle M. W.-H. Perkins trouva son procédé pratique, tiré des recherches théoriques de Hoffman sur les bases du coaltar et la constitution chimique de l'indigo, la valeur du coaltar à Londres était à peine de $0^{fr},05$ par galon ($4^{lit},5$), et en province les propriétaires d'usines à gaz étaient heureux de s'en débarrasser. Jusqu'alors, l'industrie du coaltar consistait à séparer le goudron de houille par distillation pour produire le naphte, la créosote et les huiles. Quelques distillateurs cependant préparaient de petites quantités de benzine, que Mansfield, en 1849, trouva dans le coaltar, mêlée au toluène, au cumène, etc. La découverte, en 1856, des couleurs de l'aniline a donné une grande impulsion au commerce du coaltar, en nécessitant la séparation de grandes quantités de benzine ou de mélange de benzine et de toluène d'avec la naphtaline. Ce commerce s'est accru par la découverte

(1) La tonne anglaise équivaut à 1015^{kg}; le pied cube à $0^{mc},0288$.

du magenta ou rosaniline, qui exige les mêmes produits pour sa préparation. En même temps, le phénol s'est introduit peu à peu dans le commerce, comme désinfectant et pour la préparation des matières colorantes.

» Puis vinrent les recherches de Grœle et Liebermann, qui découvrirent que l'alizarine, principe colorant de la garance, était alliée à l'anthracène, un hydrocarbure du coaltar. Elles eurent pour conséquence la préparation de cette matière colorante au moyen de l'anthracène, et c'est maintenant une des parties les plus importantes de l'industrie de la distillation du goudron. Le succès de l'alizarine a été si grand qu'elle a remplacé complètement la garance, dont la culture est pour ainsi dire abandonnée. Les matières colorantes les plus importantes qui ont été récemment découvertes sont les dérivés de la purpurine; elles ont rendu utiles les hydrocarbures de coaltar, le xylène et le cumène; la naphtaline entre aussi dans leur préparation. Ces splendides teintures ont remplacé la cochenille dans la plupart de ses applications et ont sérieusement affecté le commerce de ce produit.

» La découverte de l'indigo artificiel, par le professeur Balyer, a également un grand intérêt. Le toluène entre dans la préparation de cette matière colorante. Jusqu'à présent l'indigo artificiel ne lutte pas sérieusement avec le produit naturel; mais, si l'on arrive à le préparer en grandes quantités à l'aide du toluène, le commerce du coaltar prendra encore une plus grande extension. L'industrie des couleurs utilise actuellement toute la benzine, une grande partie de la naphtaline, tout l'anthracène, qui proviennent de la distillation du coaltar. La valeur des matières colorantes ainsi produites est évaluée, par M. Perkins, à plus de 83 millions.

» L'emploi de l'ammoniaque est pour ainsi dire illimité, en raison de la grande valeur agricole de ce produit comme engrais. L'abaissement du rendement du guano, la nécessité sans cesse croissante de fertiliser le sol, font de la production de l'ammoniaque une question nationale. Or c'est aux usines à gaz seules que nous pouvons nous adresser pour ce produit. La production actuelle de 1 million de tonnes donne 95 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque, ce qui, à raison de 512^{fr} la tonne, représente une valeur annuelle de 48 875 000^{fr}. La valeur totale et annuelle des produits des usines à gaz peut être évaluée ainsi :

Matières colorantes.......	83 750 000^{fr}
Sulfate d'ammoniaque.....	48 875 000
Poix	9 125 000
Créosote.................	5 200 000
Coke	60 000 000
Phénol	2 500 000
	209 450 000

» En évaluant le charbon dont on s'est servi à 9 millions de tonnes (à 14fr, 50), soit 130 millions, il résulte que les produits du charbon excèdent sa valeur de plus de 75 millions. Dans l'usage du charbon brut comme chauffage, non seulement nous perdons tous ces produits de valeur, mais encore nous bénéficions de cette atmosphère semi-gazeuse, de cette fumée trop connue des habitants de Londres et des autres grands centres. Le professeur Roberts a calculé que la suie en suspension dans l'atmosphère, pendant une journée d'hiver, s'élève pour Londres à 50 tonnes, et que l'oxyde de carbone qui résulte de la combustion imparfaite du charbon est au moins cinq fois plus considérable. Aitken, dans une communication faite l'an dernier à la Société Royale d'Édimbourg, a démontré que les poussières produites par l'imparfaite combustion du charbon sont un des éléments importants de la formation du brouillard, chaque molécule de matière solide attirant à elle la vapeur d'eau ; les globules de brouillard sont particulièrement tenaces et désagréables par la présence des vapeurs de goudron, autre résultat de l'imparfaite combustion des constituants de la houille, qui pourraient être mieux employés dans l'industrie. L'influence désastreuse de la fumée sur la santé publique, les inconvénients personnels qu'elle engendre, les grandes dépenses dont elle est indirectement la cause en détériorant nos monuments, nos peintures, notre ameublement et nos objets de toute nature sont maintenant reconnus. Le succès des récentes expositions pour la suppression de la fumée en est une preuve convaincante.

» Le remède le plus efficace à cet état de choses consisterait à se persuader que partout où il y a production de fumée, il y a consommation sans profit du combustible et que, dans les grandes usines et dans le foyer domestique, la chaleur pourrait être produite aussi complètement et plus économiquement si le combustible ne pouvait pas arriver à l'air libre sans être brûlé. On obtiendrait les plus heureux résultats de l'usage du gaz pour toutes les applications calorifiques avec ou sans l'addition de coke ou d'anthracite.

» Le gaz le meilleur marché est celui que l'on obtient par la distillation du combustible, telle qu'elle est faite dans les fourneaux des usines de verre, de fer et d'acier. Mais ce gaz ne peut pas être employé dans les villes, en raison de la place qu'il exige. L'usage du gaz d'eau obtenu par la décomposition de la vapeur que l'on fait passer sur du coke incandescent présente aussi des inconvénients. Ce gaz contient, outre l'hydrogène, une certaine quantité d'oxyde de carbone, dont l'introduction dans les maisons ne serait pas sans danger. Un moyen plus pratique d'obtenir séparément un gaz d'éclairage et un gaz de chauffage consisterait à relier les ateliers de dis-

tillation, à différentes périodes de l'opération, avec deux systèmes séparés de conduites pour la distribution des gaz respectifs. Les expériences faites il y a quelques années par M. Ellisen, dans les usines de Paris, ont démontré que les gaz carburés, comme le gaz oléfiant et l'acétylène, se dégagent des cornues une demi-heure après que l'opération est commencée et cessent au milieu de la distillation. Pendant le reste du temps, l'hydrogène se développe, qui possède un faible pouvoir éclairant, mais qui est très approprié au chauffage. Grâce aux nouveaux moyens employés depuis longtemps dans les usines de Paris pour chauffer les appareils de distillation, on peut abréger le temps nécessaire à cette opération et le réduire à quatre ou même trois heures au lieu de six. De la sorte, un nombre donné de gazomètres peuvent produire, outre la quantité de gaz d'éclairage d'autrefois, une quantité égale de chauffage, ce qui diminue le prix de revient et augmente la quantité des produits accessoires dont nous avons déjà parlé. On peut augmenter encore la production d'ammoniaque et de gaz de chauffage en faisant passer simplement un jet de vapeur dans les cornues de distillation à la fin de chaque opération. L'ammoniaque et les hydrocarbures enfermés dans le coke chaud se dégagent alors, et le volume du gaz de chauffage s'augmente des produits de décomposition de la vapeur ellemême.

» C'est une chose actuellement démontrée que, dans les conditions présentes, le gaz peut être employé avec avantage dans les usages domestiques si l'on sait en faire une judicieuse consommation. On peut admettre que sa consommation augmenterait considérablement et serait décuplée même s'il était fourni séparément à raison de 1 shilling ($1^{fr},25$) les 1000 pieds cubes. A ce prix, le gaz serait le plus propre, le plus commode et le plus économique des combustibles. L'énorme accroissement dans la consommation, l'augmentation proportionnelle des produits accessoires compenseraient largement le prix peu élevé du gaz de chauffage. La valeur du gaz en tant que combustible résulte suffisamment de ce fait qu'une livre de gaz représente 22000 calories, soit exactement le double de la chaleur produite par la combustion d'une livre de charbon ordinaire. Ce pouvoir calorifique plus grand provient de ce que le gaz a été séparé de ses constituants terrestres; il est dû surtout à sa distillation. De récentes expériences, faites avec des brûleurs à gaz, ont prouvé que, là aussi, il y avait de grandes améliorations à apporter.

» La quantité de lumière produite par une flamme de gaz dépend de la température à laquelle les carbures contenus dans la flamme ont été portés. M. Tyndall a démontré que $\frac{1}{25}$ seulement de la force rayonnante de cette flamme est lumi-

neux. Les produits de combustion entraînent avec eux quatre fois autant d'énergie, si bien que $\frac{1}{100}$ seulement de la chaleur développée dans la combustion est converti en lumière. On pourrait améliorer cette proportion en augmentant la température de combustion, soit par l'effet de courants d'air violents, soit par une action régénératrice. Supposons que la chaleur des produits de combustion puisse être communiquée à des toiles métalliques qui la transmettent à un courant d'air aspiré brûlant dans la flamme, nous pourrons accroître la température sur un point donné dans les limites de dissociation. Cette limite peut être fixée à 2300° C. et ne doit pas être beaucoup au-dessous de l'arc électrique. A cette température, la proportion des rayons lumineux à la chaleur totale produite par la combustion sera plus que doublée, et l'éclat de la lumière s'augmentera beaucoup. Avec de telles améliorations, la lumière du gaz pourra rivaliser avec la lumière électrique au point de vue de l'économie et de l'éclat, et le public ne pourra que gagner à cette rivalité.

» Dans le foyer d'une chambre la force de rayonnement doit être moins forte. Personnellement, je ne suis pas de l'avis de ceux qui préfèrent les poêles du continent à nos foyers ouverts. Ces derniers ont l'avantage d'être gais; on peut les tisonner et ils assurent la ventilation de la pièce; de plus, la chaleur rayonnante qu'ils émettent traverse l'air sans l'échauffer et se communique directement aux murs, aux planches et à l'ameublement, qui deviennent ainsi des surfaces d'échauffement de l'air relativement frais de l'appartement. Les poêles, au contraire, obligent l'air chaud de la chambre à se déposer en buée sur les murs qu'ils échauffent. Ils donnent ainsi naissance à l'humidité et à des germes malsains. C'est à cela que l'on doit de reconnaître, dès qu'on met le pied dans un appartement, s'il est ou non chauffé par un foyer à l'air libre. La sensation désagréable que produit la chaleur du poêle ne disparaît jamais complètement par la ventilation mécanique. On ne saurait d'ailleurs donner de bonnes raisons pour prouver qu'un poêle ou un appareil à eau chaude est plus économique et produit moins de fumée qu'un foyer ouvert.

» Dans la production d'effets mécaniques par la chaleur, le gaz présente également des avantages frappants. Lorsque nous traitons la question de la conversion d'effets mécaniques en effets électriques, et *vice versa*, au moyen de la machine dynamo-électrique, nous devons considérer seulement quelles sont les valeurs équivalentes des deux formes d'énergie et quelles précautions sont nécessaires pour éviter les pertes qui résulteraient de la résistance électrique des conducteurs et du frottement. La transformation de l'effet mécanique en chaleur

n'entraîne d'autre perte que celle qui résulte d'une installation défectueuse. On peut si bien les éviter que Joule a été à même par cette méthode de déterminer les valeurs équivalentes de ces deux formes d'énergie. Lorsque nous voulons faire l'opération inverse et transformer la chaleur en énergie mécanique, nous nous trouvons en présence de cette seconde loi de la Thermodynamique qui veut que, chaque fois qu'une somme donnée de chaleur est transformée en effet mécanique, une autre somme de quantité variable descende d'un potentiel plus haut à un potentiel plus bas et se trouve par conséquent perdue. Dans la machine à vapeur, la chaleur perdue comprend celle qui est communiquée à l'eau condensatrice, tandis que la chaleur utile ou celle qui est convertie en effet mécanique dépend de la différence de température entre la chaudière et le condenseur. La pression de la chaudière est limitée par des conditions de sécurité et des convenances de construction; l'élévation de la température dépasse rarement 120° C., sauf pour les machines construites par M. Perkins, dans lesquelles une température de 160° C. a été adoptée et paraît devoir donner d'excellents résultats. Pour obtenir des conditions plus avantageuses, il faut nous adresser à la machine à gaz, parce que dans celle-ci le coefficient de rendement $\frac{T-T'}{T}$ peut être beaucoup augmenté. Cette valeur atteindrait un maximum si la température initiale absolue T pouvait être élevée à celle de la combustion de T', la température finale du fluide détendu, réduite à la température atmosphérique. Or ces limites maxima peuvent être approchées de plus près dans les machines à gaz actionnées par un mélange combustible d'air et d'hydrocarbures.

» En donnant à une machine à gaz une température de 1500° C., à la pression de 4^{atm}, nous aurons, conformément à la seconde loi de la Thermodynamique, une température, après expansion à la pression atmosphérique, de 600° C. : par conséquent, une valeur de rendement de $1500° - 600° = 900°$, et un rendement théorique de $\frac{900}{1500 + 274}$, soit la moitié, ce qui contraste fort heureusement avec une bonne machine à condenseur, dans laquelle l'élévation est $150 - 30 = 120$, et le rendement $\frac{120}{150 + 274} = \frac{2}{7}$.

» Une bonne machine à vapeur peut donc employer en travail mécanique les $\frac{2}{7}$ de la chaleur communiquée à la chaudière, ce qui ne comprend pas la chaleur perdue par suite de la combustion imparfaite, ni celle qui s'est échappée par la cheminée. Si nous ajoutons à cela les pertes produites par le frottement et le rayonnement, nous trouvons que la

machine à vapeur la mieux construite ne transforme pas en effet mécanique plus de $\frac{1}{7}$ de l'énergie de chaleur renfermée dans le combustible brûlé.

» Dans la machine à gaz, il nous faut aussi faire des réductions sur le rendement théorique en raison de la perte de chaleur absorbée dans le cylindre et les pertes de frottement, qui réduisent le facteur du rendement à $\frac{1}{4}$.

» De ce qui précède, il résulte que la machine à gaz présente les conditions les meilleures pour obtenir le résultat maximum. Il est permis d'espérer que les difficultés que rencontre encore son application sur une large échelle disparaîtront peu à peu. Avant qu'il soit longtemps, nous pourrons voir dans nos usines et à bord de nos vaisseaux des machines dont la dépense en combustible ne dépassera pas une livre de charbon, par cheval effectif et par heure, et dans lesquelles le gaz aura remplacé l'ancienne chaudière, quelque peu compliquée et dangereuse. L'avènement de cette machine et de la machine dynamo-électrique marquera le point de départ d'une nouvelle ère de progrès matériel au moins égal à celui qu'a produit la découverte de la vapeur au commencement de ce siècle. Les effets que l'emploi de cette machine aura sur la marine marchande, l'une des parties les plus importantes de la richesse publique de ce pays, ne peuvent manquer d'être fort importants.

Observations sur l'action des marées et renseignements sur les appareils de sondage, la reconstruction du phare d'Eddystone et quelques autres grands travaux, par le même (loc. cit.).

§ 1.

» Nos connaissances sur l'action des marées ont reçu une impulsion considérable par l'invention d'une jauge automatique et d'un appareil pour indiquer les marées. Sir William Thomson doit faire de cette question le sujet d'une conférence devant ce Congrès. Je souhaite qu'il nous donne l'explication de quelques irrégularités extraordinaires dans les marées observées, il y a quelques années, par sir John Coode, et dues probablement à l'influence atmosphérique. L'emploi du fer et de l'acier dans les constructions navales avait rendu, pendant quelque temps, l'usage du compas à peu près inutile, lorsque, en 1839, sir George Airy démontra comment les erreurs du compas, dues à l'influence exercée par le fer du navire, pouvaient parfaitement être corrigées à l'aide d'aimants de fer doux placés dans le voisinage de l'habitacle. La grande dimension des compas ordinaires rendit la correction des erreurs du quart de cercle pratiquement impossible. En 1876, sir William Thomson inventa un compas à aiguilles beaucoup plus petites

que celles qu'on employait auparavant, ce qui permit d'appliquer complètement les principes de sir George Airy. Avec cet instrument, des correcteurs peuvent être disposés pour permettre à l'aiguille de tourner dans toutes les directions; on les ajuste en mer de temps à autre, de façon à éliminer toutes les erreurs qui pourraient survenir par l'effet d'un changement dans le magnétisme du navire et dans le magnétisme induit par la terre en raison du chanement de position du navire. En laissant à la rose du compas une longue période d'oscillation libre, on obtient une grande fermeté lorsque le navire est ballotté.

» Sir William Thomson a également enrichi l'art de la navigation de deux appareils de sondage. L'un est destiné à constater très exactement les grandes profondeurs dans le quart du temps autrefois nécessaire, et l'autre à prendre des profondeurs jusqu'à 290^{m} (130 fathoms), sans arrêter la marche du navire. Dans ces deux instruments, des fils d'acier remplacent les anciennes cordes de chanvre ou de soie; dans la seconde de ces inventions, la profondeur est obtenue, non par la quantité de fil déroulé de la roue d'engrenage, mais par les indications d'un manomètre, tube de verre renversé dont la surface interne est recouverte de chromate d'argent que l'eau de mer décompose jusqu'à la hauteur où elle pénètre. La valeur de cet instrument, pour guider le navigateur dans les sondages, est inappréciable. Avec l'appareil à sonder et une bonne carte, un navire peut connaître correctement sa position à l'aide de trois ou quatre coups de sonde dans une direction et à intervalles donnés; en temps de brouillard, il peut se passer d'observations astronomiques et de la vue des phares de la côte. L'usage intelligemment compris de cet appareil aurait rendu impossibles des sinistres comme celui de la *Mosel*.

» Quant à l'instrument destiné à reconnaître la profondeur des eaux, je puis en parler en connaissance de cause. Il a permis à ceux qui dirigeaient le steamer *Faraday* de retrouver un câble atlantique rompu dans un orage de vent, sans autre indication de l'endroit qu'un seul sondage donnant une profondeur de 1730^{m}. Pour relever le câble, on fit un certain nombre de sondages dans le voisinage de l'endroit où l'on supposait que se trouvait l'extrémité rompue; on traça ensuite sur la carte la profondeur de 1730^{m}, et le navire promena son grappin à 3600^{m} à l'est de cette ligne. On ramassa le câble à 32^{km} du point où l'estime avait placé la rupture. Il reste à savoir s'il sera jamais possible de déterminer les profondeurs de l'Océan sans l'emploi de la sonde. Les indications qu'on a obtenues par l'appareil sont déjà encourageantes, mais son extrême délicatesse le rend impropre jusqu'à présent au service d'un navire ballotté.

§ 2.

» Le temps dont je dispose est insuffisant pour vous entretenir comme il conviendrait des grands travaux entrepris en ce moment; je dois me borner à mentionner quelques-uns des plus remarquables.

» Le grand succès technique et commercial de l'isthme de Suez vient d'engager M. de Lesseps à entreprendre une œuvre semblable, mais plus gigantesque encore, le percement de l'isthme de Panama. Ce canal, destiné aux grands navires, aura 64^{km} de long, 45^{m} de large à la surface, 18^{m} de plafond, et sera de niveau avec les deux mers. On estime que sa construction coûtera 500 millios. Les souscriptions ont déjà dépassé ce chiffre. Les difficultés politiques et climatériques ne sauraient empêcher M. de Lesseps de conduire rapidement à terme son entreprise. Lorsqu'elle sera terminée, la distance qui nous sépare de la Chine, du Japon et de tout l'océan Pacifique se trouvera abrégée en moitié au point de vue de la longueur du voyage, et l'on ne aurait estimer l'impulsion qui en résultera pour la navigation et le progrès.

» Concurremment à ce projet gigantesque, le capitaine Eads, qui a déjà réussi à améliorer la navigation du Mississipi, a l'intention de construire son chemin de fer à navires pour transporter les plus grands vaiseaux avec leur chargement d'une mer à l'autre à travers l'ishme de Tehuantepec, large de 152^{km}. M. Barnaby, constructeur en chef de la marine, et M. John Fowler ont donné leur approbation à ce plan. Il faut souhaiter que les deux entreprises, canal et chemin de fer, soient exécutées, car on peut prévoir que le trafic sera suffisamment considérable pour les rendre fructueuses l'une et l'autre.

§ 3.

» Ce n'est pas sans un sentiment de regret que je vous signale l'achèvement du nouveau phare d'Eddystone qui doit remplacer le chef-d'œuvre de construction édifié il y a cent ans par John Smeaton. Le creusement, par les eaux de la mer, du rocher qui le supportait a seul nécessité cette réédification. Le nouveau phare, dont le plan et l'exécution appartiennent à sir James Douglas, ingénieur de Trinity House, a été élevé en moins de deux années et promet d'être digne de celui qui l'a précédé. Sa hauteur au-dessus des hautes eaux est de 40^{m}. La hauteur de la construction de Telford, qui jette ses feux à une distance considérable, est de 22^{m} seulement. Le système mis en avant par William Thomson de diversifier les feux par des éclats se reproduisant à certains intervalles a été adopté pour ce phare et pour d'autres encore, avec les

modifications proposées par le Dr John Hopkinson, qui emploie le principe des feux tournants pour donner plus d'intensité à l'éclat.

§ 4.

» Pourrons-nous un jour réunir l'Angleterre à la France par un tunnel creusé sous la Manche ? La solution de la question paraît aujourd'hui dépendre plutôt de considérations militaires et politiques que de considérations techniques et financières. La présence d'une couche de craie grise imperméable à une profondeur convenable au-dessous du fond de la mer réduit au minimum les difficultés techniques et doit influer sur la question financière. Les protestations que cette entreprise a soulevées ne peuvent pas être prises comme un verdict public; elles paraissent plutôt indiquer un désir naturel d'attendre le résultat d'une enquête approfondie. Cette enquête a été faite par une commission scientifique nommée par le gouvernement. Elle sera soumise ensuite à une commission parlementaire mixte. Les conclusions du rapport nous diront si le côté commercial de l'entreprise doit céder le pas aux considérations politiques et militaires.

» Que le tunnel de la Manche soit ou non construit, l'adoption du projet présenté par M. Fowler pour relier la France et l'Angleterre au moyen de vaisseaux capables de transporter les trains serait justifiée par l'accroissement toujours plus grand du commerce entre la Grande-Bretagne et le continent.

» Les inconvénients publics et l'encombrement du trafic qu'occasionne une nappe d'eau ressortent avec évidence de ce fait que les estuaires de la Severn et de la Mersey sont en ce moment l'objet de travaux destinés à relier les deux réseaux de chemins de fer qui viennent aboutir à leurs bords. Le Frith of Forth est, lui aussi, sur le point d'être traversé par un pont qui surpassera en grandeur tout ce qui a été tenté jusqu'à ce jour par l'art de l'ingénieur. Le tablier de ce pont sera situé à 45^m au-dessus de l'étiage des hautes eaux, et ses deux principales arches mesureront chacune 580^m. MM. Fowler et Baker, ingénieurs chargés de ce grand travail, auraient pu difficilement le mener à bien sans avoir recours à l'acier pour leur matériel de construction. L'acier dont ils se servent est d'ailleurs d'une qualité inférieure à celui qu'on emploie dans les constructions navales exposées aux collisions. On peut préparer un acier de ce genre très homogène et dont l'élasticité est deux fois plus grande que celle du fer.

» La force d'élasticité de l'acier, ainsi qu'on le sait, est le résultat d'une adjonction de carbone au fer variant de $\frac{1}{10}$ à 2 pour 100; la nature de cette combinaison du carbone avec le fer présente un grand intérêt au point de vue théorique et

pratique. Un composé chimique qui nécessiterait une proportion définie, une dissolution de l'un dans l'autre, ne pourrait pas exercer une influence aussi remarquable sur la force et la dureté du métal qui en est le résultat. Les récents travaux de M. Abel ont jeté une vive lumière sur la question.

» Il se forme, paraît-il, un carbone de fer soluble dans le fer à une haute température, mais qui se sépare lorsqu'on refroidit graduellement l'acier et qui agit, dans une certaine mesure, sur les propriétés physiques du métal. En refroidissant rapidement celui-ci, le carbure n'a pas le temps de se séparer du fer, et c'est ce qui rend le métal à la fois dur et cassant. Le refroidissement lent sous l'influence d'une grande force de compression paraît avoir le même effet que le refroidissement brusque, en empêchant la séparation du carbone avec cette différence que l'effet est plus égal sur toute la masse, et, par conséquent, la trempe plus uniforme. »

Recherches sur le mode de formation de la houille, par M. **Grand'Eury.**

Dans la séance du 2 août, l'Académie des Sciences a reçu de M. Grand'Eury, ingénieur à Saint-Étienne, un travail considérable sur le mode de formation de la houille, question qui a exercé la sagacité de beaucoup de géologues, mais sur laquelle ceux-ci sont loin de s'accorder. On sait que cette roche carbonée résulte de l'altération des végétaux de l'époque paléozoïque, mais on est loin de connaître les transformations successives par lesquelles la substance constitutive de ces corps organisés a dû passer pour donner naissance à ce combustible. M. Grand'Eury, bien connu des naturalistes par ses importantes observations sur les végétaux fossiles de l'époque houillère, a entrepris, sur le sujet que nous venons d'indiquer, une longue série de recherches dont les résultats sont fort intéressants. Son *Mémoire sur la formation de la houille* occupe, dans les *Annales des Mines*, près de 200 pages, et l'espace nous manquerait ici pour en faire l'analyse; mais on en pourra juger par le résumé général que l'auteur en a donné dans le dernier Chapitre de son travail, et que nous reproduirons ici en majeure partie.

La transformation en houille a commencé par les produits amylacés et s'est d'abord attaquée aux tissus cellulaires nourriciers et aux écorces. Les débris de plantes fossiles ont passé par l'état plastique et y sont restés très longtemps dans les roches ordinaires. Le degré de conversion n'est pas le même dans les différentes roches : il est moins avancé dans les schistes argileux, où la substance végétale des empreintes est parfois restée à un état voisin du dopplérite de Schrötter. Il n'y a pas eu transfu-

sion du charbon des empreintes au contact des roches; celles qui sont noires l'ont été par la matière charbonneuse délayée apportée avec le limon. Les substances ulmiques ont formé une houille analogue à celle qui est résultée de la conversion directe des écorces et feuilles. Les tissus chlorophylliens très denses et très carburés, changés en houille, n'ont pas éprouvé une réduction de volume notable. Il en est de même des couches de houille : formées lentement d'humus, d'écorces et de feuilles qui se tassaient au fur et à mesure du dépôt, leur puissance n'est pas descendue au-dessous de la moitié de l'épaisseur primitive.

Examinée par transparence, la houille amorphe ressemble à la houille organisée; dans celle-ci, le contenu et la matière incrustante délayée remplissent les tissus d'une sorte de bitume solide, floconneux et jaunâtre.

La houille en masse a été une pâte homogène : elle est restée, avec une grande consistance, plus longtemps souple que les roches. La houillification a fini par une dessiccation lente qui a donné la dureté et le lustre au charbon. La conversion s'est produite sous l'influence d'actions légères qui tenaient aux conditions premières de métamorphisme : en prenant corps, en se condensant, la matière charbonneuse éliminait à faible température l'eau de mélange.

Le grisou est en quelque façon retenu dissous par les carbures, ses congénères, dans la masse brune de la houille transparente, qui abandonne facilement à l'air certains carbures légers et renferme des carbures plus fixes de la même série forménique.

La houille est un produit à équivalent élevé de déshydratation et de désoxydation par voie humide de substances végétales enfouies; c'est un mélange de termes rapprochés, mais non rejoints, comprenant, en outre, des dérivés très peu oxygénés des composés ternaires, des combinaisons azotées, phosphoreuses, sulfureuses, très complexes, ce qui est le propre d'une substance d'origine organique.

Les centres, par leur quantité et leur nature, ont eu une certaine action dans la conversion en houille.

L'état de décomposition des débris végétaux, au moment de leur accumulation en couches, a eu une influence notable sur la qualité des combustibles; l'influence de la nature botanique des débris de plantes a été presque nulle.

La conversion en houille n'a pas parcouru les phases transitoires marquées par les combustibles plus récents.

Le métamorphisme de la houille s'est produit sous l'action d'une faible température. Une chaleur un peu plus élevée que la température actuelle des roches a suffi pour activer la transformation, dans une mesure notable. La houillification a d'abord

marché rapidement sous une température souterraine plus élevée qu'aujourd'hui, surtout à une certaine profondeur. La pression ou poids des roches a peu aidé au métamorphisme des houilles. L'étanchéité du terrain, en retenant les gaz, a eu plus d'effet sur la nature des combustibles.

Au nombre des causes qui ont valu à la houille les qualités qui la distinguent avantageusement des autres combustibles minéraux, on doit compter sa formation d'écorces et feuilles, particulièrement azotées, hydrogénées et carburées, de substances ulmiques et de résidus amylacés et gommeux provenant de la désorganisation de végétaux très succulents. La température de métamorphisme seule ne suffit pas en effet pour expliquer sa nature, comparée à celle des stipites et lignites.

Il n'y a pas d'hydrocarbures libres dans les schistes houillers; les hydrocarbures libres, liquides et solides, sont d'origine minérale. Il n'y a pas eu distillation des houilles; elles se sont peu à peu formées par la voie humide à faible température, et non par la voie sèche et le feu des expériences faites pour obtenir de la houille artificielle.

Variabilité des formes réputées spécifiques chez le chêne commun (Quercus Robur) transporté en Amérique.

1. *Observations de M. Meehan.* — Lorsque je vins m'établir à Germantown, en Pensylvanie, il y a une trentaine d'années, je remarquai, dans la propriété de l'un de mes voisins, Jeremiah Hacker, un pied du *Quercus Robur* d'Europe, qui donnait des glands. J'ai semé depuis des centaines de graines de cet arbre isolé, et les pieds obtenus ont fructifié. J'ai deux générations fructifères de l'arbre primitif. A la suite de cette expérience, je puis affirmer que le plus souvent une forme en produit une semblable, mais que, de temps en temps, il y a des diversités singulières. Ainsi, un individu peut avoir toutes les feuilles sessiles et un autre des feuilles avec un pétiole de $\frac{1}{4}$ de pouce de longueur. J'ai vu des arbres dont les feuilles étaient aussi entières que celles d'un châtaignier, tandis que d'autres les avaient profondément lobées et presque primatifides. Les glands varient. Quelques-uns sont à peine plus longs que larges; d'autres ont une longueur double de la largeur et forment de vrais cylindres. Je n'ai jamais pu découvrir comment ou par quelle cause ces variations se produisent. Il est clair qu'elles ne viennent pas d'hybridité. Évidemment elles sont l'effet d'une force innée (*innate power*) d'une nature quelconque. Un fait intéressant de ces aberrations est qu'elles sont presque aussi héréditaires que la forme primitive. De temps en temps, comme dans le pied primitif, il y a un écart subit, qui est souvent dans la direction du parent,

mais pas toujours. J'en pourrais citer des exemples dans d'autres arbres que ce chêne d'Europe.

La conclusion à laquelle j'ai dû me ranger est que des formes bizarres se voient souvent dans la nature, sans qu'elles proviennent d'hybridité, mais plutôt par une loi intérieure que nous ne connaissons pas encore. Dans les milliers de graines d'un seul arbre, une petite partie lève, et, parmi ces dernières, une faible proportion arrive à donner des fruits. Les pieds semblables à leur producteur ont peut être cent fois plus nombreux que ceux qui font exception : on comprend ainsi pourquoi l'on observe rarement une réunion de plusieurs individus du même type. De temps à autre, un pied peut se trouver dans une condition favorable à la conservation de beaucoup de ses semis et à la durée de ces derniers jusqu'à la production de graines. Alors une variété marquée peut naître et faire son chemin dans le monde. Je me suis dit souvent que des individus ayant ces formes produites tout à coup pourraient amener d'autres formes également nouvelles, de nature à subsister, et qu'alors on aurait une nouvelle espèce, indépendante de tout principe de sélection naturelle, mais régie surtout par les circonstances extérieures.

2. *Remarques de M. A. de Candolle sur les faits obtenus par M. Meehan.* — L'examen de plusieurs centaines d'échantillons du *Quercus Robur* de Linné m'avait conduit, en 1862, à distinguer 28 formes en Europe ou en Asie (1). Il se présentait souvent des transitions de l'une à l'autre et, dans certains cas, on voyait deux ou trois formes sur le même individu. Je citais plusieurs exemples dans lesquels on avait, sur le même arbre, les deux formes, *pedunculata* et *sessiliflora*, énumérées par la plupart des auteurs comme des espèces distinctes, et j'étais ainsi revenu, par l'observation minutieuse des faits, à l'opinion de Linné, d'admettre une seule espèce : *Quercus Robur*.

On a objecté que les formes intermédiaires provenaient peut-être d'un croisement entre les *Quercus pedunculata* et *sessiliflora*. Si des fécondations croisées ont eu lieu et si les produits en ont été fertiles, on aurait effectivement ou l'on pourrait avoir sur le même arbre les formes des deux parents, mais l'hybridité de ces chênes est une pure hypothèse. Il est donc intéressant de savoir que chez un *Quercus Robur* élevé en Amérique, pays où l'espèce n'existe pas et n'a aucune forme voisine, le mélange des formes a été observé. La varia-

(1) *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, juin 1882.

bilité, dans ce cas, ne peut absolument pas s'expliquer par un croisement survenu en Amérique. Si l'on tient absolument à l'idée d'une hybridité, on est forcé d'accumuler trois hypothèses : 1° qu'en Europe il y avait eu un croisement; 2° que ses produits hybrides avaient été fertiles; 3° que l'on avait transporté, par hasard, en Amérique un des pieds hybrides. Cette accumulation d'hypothèses est moins probable qu'une variabilité naturelle par des causes inconnues. J'estime donc la transformation du *Quercus pedunculata* et *sessiliflora* démontrée; de plus, elle est indépendante, selon toute probabilité, d'un croisement antérieur.

L'observation est digne d'intérêt, à cause de l'isolement de l'arbre en Amérique et de la circonstance rare que M. Meehan a vu trois générations d'une espèce ligneuse qui ne végète pas promptement. Beaucoup de faits semblables ont été notés pour des plantes annuelles ou vivaces introduites dans les cultures, et personne, ce me semble, ne peut douter que des variations ne proviennent quelquefois sans hybridité. La conclusion de M. Meehan est donc juste, en retranchant seulement ce qu'il dit sur la sélection; car celle-ci doit forcément intervenir pour éliminer et conserver les formes nouvelles.

Nouvelle comète.

Une grande comète passe en ce moment près du Soleil. Dans la soirée du 18 septembre, M. Flammarion a reçu un grand nombre de dépêches d'Espagne, du Portugal, du midi de la France, lui annonçant que cette comète est visible à l'œil nu, en plein jour, à 4° à l'ouest du Soleil.

D'autre part, M. l'amiral Mouchez, Directeur de l'Observatoire de Paris, a reçu les dépêches suivantes :

Observatoire de Nice, 18 septembre.

Comète très brillante vue aujourd'hui à midi, à 3° environ ouest du Soleil.

Signé : Thollon.

Gouy et moi avons fait de 1h à 4h analyse spectrale de comète. Spectre continu très brillant et très étendu vers violet; chevelure et noyau donnant raies sodium extrêmement brillantes, très nettement dédoublées et caractérisées, paraissant déplacées vers le rouge.

Signé : Thollon.

Le Gérant, E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

1er OCTOBRE 1882. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 131.

ÉTUDE SUR LE RÉGIME DE LA LOIRE MARITIME; par M. **Bouquet de la Grye.**

Une mission dont la direction m'a été confiée en 1881 avait pour but, non seulement de refaire à nouveau le levé hydrographique de la Loire maritime, en donnant des éléments précis à la navigation du fleuve, mais aussi de rechercher s'il était possible de déduire, de l'ensemble des documents antérieurs, un pronostic sur son avenir, et de trouver un remède à l'état actuel, considéré comme mauvais.

Ce travail a pu être exécuté dans un délai de trois mois, grâce à l'active collaboration de MM. Bouillet, Miou, Laporte, Rollet de l'Isle et Houfelin, ingénieurs ou élèves. Il a donné lieu à la rédaction de huit cartes et à un Mémoire dont je crois devoir présenter quelques extraits.

Ce Mémoire traite d'abord de la triangulation de la portion de la côte de France comprise entre la plaine Guérandes et le Pellerin, triangulation refaite à nouveau l'an dernier, parce que les anciens points ou signaux du temps de M. Beaupré ont disparu. Douze triangles, dont les côtés varient entre 10000^{m} et 25000^{m}, ont été d'abord formés; leur fermeture s'est faite dans des conditions aussi bonnes que celles de la grande triangulation de 1821.

Le Mémoire traite ensuite du développement de la marée dans le fleuve, du repérage des échelles et des précautions qui ont été prises pour avoir en chaque point la hauteur de la mer à $0^{m},01$ ou $0^{m},02$ près, malgré l'oscillation des lames.

Un troisième Chapitre contient l'exposé des règles de la navigation du fleuve : il donne les routes à suivre, pour trouver partout le maximum de brassiage, et montre accessoirement que deux passes nouvelles, inconnues des pilotes, se sont formées près de la barre extérieure; elles offrent, toutes les deux, des conditions meilleures que l'ancien alignement donné pour faire arriver les navires à Saint-Nazaire.

Dans le quatrième Chapitre, je compare, en employant la méthode des cubages, l'état actuel du fleuve aux états antérieurs; je la divise, pour cela, en plusieurs sections, d'après leurs propriétés nautiques.

Les conclusions de cet examen nous paraissent importantes.

Entre Nantes et Saint-Nazaire, il se dépose, chaque année, 590 000^{mc} de sable et de vase, provenant de la dénudation des pentes des montagnes de l'Auvergne et du Forez. Le volume des chenaux, qui est également la caractéristique des propriétés nautiques d'un estuaire, a diminué, chaque année, depuis soixante ans, de 56 000^{mc}.

La Loire maritime a perdu depuis 1821 un débit moyen, par seconde, de 1774^{mc} par le travers de Saint-Nazaire.

La barre extérieure du fleuve s'est élevée de 0^{m},70 depuis 1864; elle constitue actuellement une gêne pour l'entrée des navires; il est probable que, dans quelques années, sa hauteur augmentera encore; dans ce cas, il y aura danger, pour les grands navires, à venir à Saint-Nazaire.

Cette surélévation a lieu malgré les érosions produites, au large de Saint-Nazaire, par la force vive des lames. Dans la section en aval, en effet, nous constatons, en 1881 comme en 1864, une espèce d'équilibre entre les matériaux apportés d'amont et les matériaux qui sont envoyés au large, après avoir été réduits en poussière impalpable.

Le dernier Chapitre du Mémoire traite des moyens à employer pour faire revenir le fleuve à sa constitution antérieure. Je préconise une amélioration de son hygiène, obtenue lentement, mais sûrement, au moyen de reboisements, gazonnements des pentes, en donnant au lit de l'Allier un tracé scientifique. D'un autre côté, j'indique un procédé économique pour faire écouler rapidement à la mer les 40 millions de mètres cubes qui se sont déposés depuis soixante ans.

Enfin j'appelle l'attention de l'Administration sur l'utilité qu'il y aurait à réunir dans un seul service tout ce qui a trait à l'amélioration du fleuve, puisque le mal, partant des sources, se fait sentir principalement à l'embouchure, et qu'actuellement les ingénieurs chargés de travaux maritimes ont bien peu d'action sur leurs collègues résidant dans le centre de la France.

Notice sur les applications récentes de l'électricité a l'industrie, par M. **H. de Parville** (1).

L'électricité en meunerie. — Il existait à l'Exposition, dans la section américaine, une machine extrêmement remarquable

(1) Extrait de l'Ouvrage publié récemment par cet auteur sous le titre : *L'électricité et ses applications.* 1 volume, chez Masson, éditeur.

qui n'a pas eu le don d'attirer la foule, parce qu'il était, en effet, assez difficile au premier coup d'œil de saisir son importance pratique. Depuis un an, elle a cependant fait naître une véritable émotion dans le monde agricole des États-Unis. Elle serait, dit-on, de nature à opérer une révolution dans l'outillage et les procédés actuels de la meunerie.

D'après MM. Osborne et Smith, qui l'ont les premiers réalisée et installée dans leurs grandes meuneries de Brooklyn, la machine fonctionnerait parfaitement et donnerait des résultats économiques tout à fait surprenants. Les inventeurs ont eu l'idée originale d'appliquer l'électricité à la purification de la farine brute.

La farine brute renferme, comme on sait, beaucoup de son; or le son s'électrise facilement et la farine difficilement. Si l'on frotte du papier à lettre préalablement chauffé et séché et qu'on promène ce papier au-dessus de la farine brute, on constatera que tout le son est attiré sur la feuille de papier et que la farine ne l'est pas. En se fondant sur cette observation MM. Osborne et Smith ont imaginé l'appareil qui a fonctionné pendant plus de six semaines au palais des Champs-Élysées.

La farine brute est introduite dans une trémie disposée à l'extrémité de la machine; elle est conduite sur un grand tamis horizontal animé mécaniquement d'un mouvement de va-et-vient, qui a pour effet d'opérer un triage préliminaire; la farine tombe au fond et le son est ramené à la surface.

Au-dessus du tamis et presque en contact avec la farine brute sont rangés parallèlement à petite distance 24 rouleaux en caoutchouc durci. Cette longue rangée de rouleaux se développe de la trémie à l'extrémité de la machine. Ils sont tous commandés par un arbre qui les oblige à tourner sur eux-mêmes à la vitesse de 25 à 30 tours par minute. Chacun d'eux a $0^m,23$ de longueur et $0^m,15$ de diamètre.

Au-dessus de chaque rouleau sont fixées des peaux de mouton qui frottent sur leur surface supérieure. Ces peaux électrisent le caoutchouc, et quand le rouleau, dans son mouvement de rotation, passe à portée de la farine brute, sa surface se couvre de son.

Le rouleau tournant toujours, le son rencontre les peaux qui le brossent et le détachent, puis le font tomber dans une rigole. Chaque rouleau a sa rigole d'évacuation; un petit balai mû mécaniquement chasse dans les rigoles le son jusqu'à un conduit général, qui, à son tour, le porte hors de la machine.

Le son est ainsi poussé dehors; quant à la farine, elle reste d'abord sur le tamis; puis, peu à peu, elle se sépare selon sa finesse, comme dans les sasseurs ordinaires.

La machine entière occupe un volume de 3^m de longueur

sur $0^m,90$ de largeur et $1^m,20$ de hauteur. La surface du tamis est de $1^m,11$; le tamis fonctionne par oscillations, en donnant environ 100 coups à la minute.

Il peut passer dans la machine 225^{kg} de farine brute par heure. Il suffit de la force d'un demi-cheval-vapeur pour la faire fonctionner; c'est le tiers environ de la force motrice employée dans les appareils du blutage ordinaire.

Le nouveau procédé de blutage électrique s'applique, affirme-t-on, à toutes les farines de blé tendre ou dur; il supprime tout ventilateur; il évite toute production de poussière, résultat important, car la poussière de blutage est dangereuse; elle amène des explosions formidables. On se rappelle sans doute qu'en 1872, à Glascow, et à Saint-Louis en 1881, des explosions dues aux poussières firent sauter plusieurs minoteries.

MM. Osborne et Smith font construire en ce moment à Minneapolis un moulin colossal qui produira plus de 3000^{mc} de farine par jour, dont l'épuration sera obtenue au moyen de leurs sasseurs électriques.

Nous devrons en Europe suivre pas à pas les progrès du nouvel outillage américain. Les villes de Minneapolis et de Saint-Louis, qui concentrent aujourd'hui la plus grande partie de la meunerie américaine, produisent journellement 6000^{mc} de farine; la construction des usines nouvelles et l'emploi du blutage électrique vont leur donner encore un développement plus grand; l'importation de la farine américaine ne peut donc aller qu'en croissant, si nous n'adoptons pas de notre côté les mêmes moyens de production. En Amérique, on a laissé de côté les meules antiques et on les a remplacées par des cylindres broyeurs. La production américaine dépasse aujourd'hui celle de l'Autriche-Hongrie, qui était, il y a peu de temps encore, le principal centre de cette industrie. On ne saurait donc trop attirer l'attention sur la machine de MM. Osborne et Smith.

Séparation des minerais de fer de leur gangue. — Différents inventeurs ont également utilisé l'électricité pour le triage des minerais en grains. Les minerais de fer sont composés d'oxydes ferrugineux et de gangues inutiles; une fois grillés, les oxydes de fer deviennent aptes à être attirés par des aimants. On peut donc séparer le « grain de l'ivraie », débarrasser les portions utiles des parties superflues à l'aide d'électro-aimants. Dans cet ordre d'idées, on voyait à l'Exposition divers électro-trieuses, notamment celles de MM. Chenot dont l'invention remonte à 1852, celles plus récentes de MM. Vavin, Siemens et Edison.

Les grains des minerais sont jetés dans une trémie, descendent sur des cloisons constituées par des électro-aimants

qui saisissent au passage les parties ferrugineuses; les parties minérales tombent au fond de l'appareil.

Le même système est utilisé pour la séparation des limailles de fer et des autres poussières métalliques. La trieuse Vavin est employée dans les ateliers de construction de l'État; elle est très compacte, réduite à $0^{m},80$ en surface et $1^{m},60$ en hauteur. Dans les ateliers Cail, une trieuse Vavin traite par jour 2000^{kg} de limaille.

L'électro-trieuse Siemens est formée par un cylindre incliné, muni à l'intérieur d'une vis d'Archimède. Le cylindre, renfermant des électro-aimants, saisit les grains ferrugineux qu'un racloir mécanique rejette dans un compartiment spécial. Cet appareil peut séparer par jour jusqu'à 20 tonnes de minerai; il est puissant et très employé en Espagne dans les mines de fer.

Le séparateur magnétique de M. Edison est fondé sur un principe un peu différent. Les électro-aimants ne recueillent pas au passage les grains ferrugineux sortant de la trémie, ils ne font que changer la direction du jet. Les minerais tombant devant des aimants, tout ce qui est fer est dévié de la direction primitive et va s'emmagasiner dans un compartiment; tout ce qui est poussière minérale continue sa route rectiligne et passe dans un autre compartiment. Ce séparateur magnétique est très simple et très efficace; on l'emploie beaucoup maintenant aux États-Unis et dans toute l'Amérique.

L'épuration électrique de la porcelaine. — L'électricité commence aussi à pénétrer dans les fabriques de porcelaine. Entre les pièces de porcelaine blanche et celles qui présentent la plus petite tache, il existe une différence de valeur commerciale de 40 pour 100. Il y avait donc un avantage énorme à débarrasser la pâte de porcelaine des particules ferrugineuses qui donnent naissance aux taches. Ces matières sont attirables à l'aimant. On avait songé, il y a longtemps, à purifier la pâte avec des électro-aimants; mais autrefois il fallait se servir de piles et d'électro-aimants trop petits pour pouvoir agir efficacement. Aujourd'hui le problème est complètement résolu.

On fait arriver la pâte liquide en regard des deux pôles d'un puissant électro-aimant; on l'oblige à se laminer en quelque sorte à portée du champ magnétique. Les particules ferrugineuses quittent la pâte et vont se fixer sur l'aimant. De temps en temps, on arrête le travail, on nettoie les surfaces polaires des électro-aimants en les rendant d'abord inactifs et en projetant ensuite sur leur surface un jet d'eau sous pression. On a recours, pour animer les électro-aimants, à une machine Gramme de très petit modèle actionnée par un peu de force empruntée au moteur de l'usine.

L'épuration magnétique de la porcelaine se fait sur une grande échelle chez MM. Pillivuyt et Cie, à Mehun-sur-Yèvre (Cher), et à la faïencerie de Creil. A Mehun, trois machines épurent environ 600^{kg} de pâte par jour. On extrait à peu près 8^{kg} de matière ferrugineuse par 100000^{kg} de pâte.

Dans l'exposition de M. Breguet, on avait placé sous les yeux du public des gâteaux de porcelaine, dans lesquels on avait emmagasiné les parties ferrugineuses séparées par la machine. Chacune de ces parcelles ferrugineuses enlevées par les électro-aimants eût considérablement déprécié la valeur des objets de porcelaine. Les parcelles donnent à l'analyse 82,20 de fer, 18 de matière argileuse, 0,24 de charbon.

L'électro-métallurgie en Allemagne et en Angleterre. — Deux établissements allemands avaient exposé des produits obtenus par affinage électrique. Le *Königlich Preussisches und Herzoglich Braunschweigisches Communion-Hüttenamt* et la *Norddeutsche Affinerie* avaient présenté au public du cuivre affiné, de l'or et de l'argent d'une pureté absolue. On tend aujourd'hui à substituer à l'affinage métallurgique ordinaire l'affinage électrique.

Le cuivre impur est réduit en plaques et plongé dans un bain de sulfate de cuivre traversé par un courant électrique. Par suite du passage du courant, la plaque de cuivre impur se dissout dans le bain, et au pôle opposé on recueille un dépôt de cuivre pur. L'usine de la *Norddeutsche Affinerie* emploie à l'heure actuelle 6 machines Gramme actionnées par 40 chevaux pour produire annuellement 500 tonnes de cuivre parfaitement pur et d'une homogénéité remarquable.

Pour obtenir l'or et l'argent fin et les séparer du platine, du cuivre et des autres métaux qui s'y trouvent associés, on traite l'alliage par l'acide sulfurique, qui dissout tous les métaux, à l'exception de l'or et du platine. Cet alliage binaire est soumis dans un bain à l'action du courant. L'or se dépose; le platine se dissout et est recueilli ensuite dans une opération ultérieure. L'argent s'extrait d'une manière analogue.

Des échantillons de cet or affiné électriquement ont donné, analysés à la Monnaie de Paris, le titre exact de 1000 pour 1000; l'argent a fourni 9997 pour 1000.

Ce procédé a été employé, quand on a refondu les monnaies de billon de l'Allemagne, et l'on a pu séparer du cuivre 23^{kg} d'or. Ce sont des méthodes d'une délicatesse infinie, qui rendront de grands services à l'industrie métallurgique.

Dans la même voie, il convient de mentionner les essais, déjà très avancés, qui sont tentés depuis quelque temps pour extraire le zinc par voie électrique. Dans le procédé actuel, qui consiste à réduire le zinc de ses minerais par du charbon à une température élevée, les frais de traitement sont évalués

en moyenne à 50^{fr} par tonne de minerai; il faut ajouter à cette dépense de 20^{fr} à 30^{fr} pour les pertes de zinc resté dans le minerai. La préparation d'une tonne de minerai à 45 pour 100 de zinc coûte environ de 70^{fr} à 80^{fr}, soit 20^{fr} à 25^{fr} les 100^{kg}. En outre, lorsque les minerais viennent de Grèce, de Sardaigne, d'Espagne, pour être traités à Liège, à Stolberg, à Swansea ou même en France, les dépenses afférentes au transport s'élèvent à 25^{fr} ou 30^{fr} la tonne. Il y aurait donc grand intérêt à diminuer la consommation en charbon et à réduire le minerai sur place.

Différents procédés ont été expérimentés; plusieurs lingots de zinc exposés ont été obtenus électriquement. En principe, on dissout le minerai dans des acides appropriés à sa composition, et la liqueur est soumise à l'action d'un courant électrique. Le zinc se dépose dans un grand état de pureté. M. Létrange se sert, pour dissoudre le minerai, d'acide sulfurique obtenu par le grillage simultané de la blende et de la calamine; et quand c'est possible, il utilise des chutes d'eau pour actionner les machines dynamo-électriques qui engendrent le courant. Même lorsqu'il faut employer du charbon pour les machines, l'économie résultante est considérable : elle atteint plus de 45 pour 100. Dans la méthode actuelle, une usine qui produit 1 million de kilogrammes de zinc exige une dépense d'installation de 1 million. Avec le nouveau procédé, la dépense d'installation serait réduite à 500000^{fr}.

Évidemment l'électro-métallurgie permettra d'extraire tout le métal renfermé dans les minerais; elle sera extrêmement économique et réalisera de ce chef un progrès sérieux dans l'industrie des métaux.

Fabrication électrique des substances colorantes. — Autre application, qui malheureusement n'est pas encore réellement sortie de la phase expérimentale; elle promet beaucoup et mérite d'être mentionnée; M. Goppelsröder a inventé la teinture électrique; il prépare des matières colorantes au moyen de l'électrolyse. On voyait dans la section suisse des noirs, des bleus d'aniline obtenus par voie électrochimique.

On sait que, si l'on plonge dans de l'eau légèrement acidulée deux fils de platine communiquant respectivement aux pôles d'une pile, le liquide est décomposé; de l'oxygène se réunit au pôle positif et de l'hydrogène au pôle négatif. Il résulte de là que, si l'on met en dissolution dans l'eau des substances chimiques, qui sous l'action de l'oxygène ou de l'hydrogène peuvent se décomposer ou se combiner en formant d'autres corps, on obligera l'électricité à fabriquer de nouvelles substances. M. Becquerel a déjà employé utilement ce procédé. Avant 1860, Franckland, Kolbe, Van Babo s'étaient aussi servis de l'hydrogène résultant de la décomposition de l'eau pour

réduire divers composés organiques, tels que la cinchonine. M. A. Renard, plus récemment, a eu recours à la même méthode pour préparer les dérivés de l'alcool.

M. Goppelsröder, dès 1875, obtenait de même certaines matières colorantes par l'action d'un courant électrique; il les montrait alors à la Société industrielle de Mulhouse; à la même époque, du reste, M. Coquillon produisait par le même procédé le noir d'aniline insoluble. Depuis, le chimiste suisse a poursuivi ses recherches et il a donné beaucoup d'extension à la méthode électrochimique.

Les nouvelles substances tinctoriales employées aujourd'hui dans l'industrie proviennent du goudron de houille; par une suite de transformations chimiques, on métamorphose la houille en matières colorantes d'un grand éclat, telles que la rosaniline, l'aniline, le bleu d'Hoffmann, etc. Le traitement chimique consiste à oxyder certaines substances, à réduire certaines autres, c'est-à-dire à leur enlever de l'oxygène à l'aide d'hydrogène. Ces oxygénations et ces hydrogénations s'effectuent, dans la méthode de M. Göppelsroder, à l'aide de la pile.

M. Goppelsröder met en dissolution dans l'eau acidulée les corps organiques qui, hydrogénés ou oxydés, sont susceptibles de se transformer en matière colorante, et il fait passer le courant. Comme souvent une substance se fabrique sous l'influence de l'oxygène et qu'une autre se produit en même temps sous l'action de l'hydrogène, l'inventeur sépare au milieu de l'eau les deux fils actifs correspondant à chaque pôle au moyen d'un vase poreux. On évite ainsi d'ailleurs les réactions secondaires. Dans un vase se décomposent les matières colorantes résultant de l'oxydation; dans l'autre, celles qui se forment par hydrogénation.

Les sels sur lesquels le chimiste de Bâle a opéré sont principalement les sels d'aniline, de toluidine et leurs mélanges, ceux de méthylamine, de diphénylamine et de méthyldiphénylamine, le phénol et les sels de naphtylamine. Il a pu retirer ainsi, du noir d'aniline, différents bleus d'aniline, le violet d'Hoffmann, l'alizarine artificielle, etc.

Le noir d'aniline se dépose au pôle positif par l'électrolyse d'une solution aqueuse de chlorhydrate, de sulfate ou de nitrate d'aniline acidulée d'un peu d'acide sulfurique. Les bleus d'aniline vont aussi au pôle positif quand on soumet à l'action du courant une solution de sel de rosaniline additionnée d'alcool méthylique, d'un peu d'acide sulfurique et de très peu d'iodure de potassium. L'alizarine se fait au pôle négatif, quand on mélange l'anthraquinone avec une solution concentrée de potasse caustique, etc.

Les échantillons de soie teints au moyen de ces produits

sont très beaux; ils étaient au nombre de trente-six, présentant des couleurs différentes. Il est vraisemblable que le mode de préparation déjà employé par M. Goppelsröder prendra de l'extension, et ce ne sera pas une des moindres surprises de notre temps que de voir l'électricité travailler ainsi à fabriquer les substances colorantes qui servent à teindre les tissus soyeux, les étoffes, les tentures dont les couleurs chatoyantes attirent les regards à la devanture des magasins.

Rectification électrique des eaux-de-vie de mauvais goût. — Voici enfin une nouvelle et très importante application de l'électricité. M. Laurent Naudin est parvenu à rectifier complètement et très économiquement les alcools de mauvais goût au moyen d'un courant électrique. Le procédé n'en est plus à la période de tâtonnements; il fonctionne depuis un an avec succès, dans l'usine de M. Boulet, à Bapeaume-lez-Rouen. L'appareil de M. Naudin était exposé salle XII.

Le problème de la rectification des alcools de mauvais goût exerce depuis longtemps la sagacité des chimistes. La formation des matières sucrées engendre non seulement de l'alcool proprement dit, mais tous les alcools provenant de ce que les chimistes appellent la série grasse, puis des corps acides, basiques et des éthers. Ces corps étrangers donnent à l'alcool vinique un mauvais goût; comme ils ne diffèrent généralement de l'alcool que par un excès d'hydogène, longtemps on chercha à les débarrasser de cet excès en les soumettant à l'action d'oxydants, tels que le chlore, l'acide permanganique, l'acide nitrique, etc. La méthode était trop énergique et l'on détruisait l'alcool en voulant détruire les corps étrangers. Le remède était pire que le mal, et l'on y renonça. Aujourd'hui on s'en tient encore à la simple rectification par distillations successives dans les apparails Cail ou Savalle. L'alcool vinique, les alcools de composition voisine et les autres corps ont des degrés de volatilité différents; ils se séparent tant bien que mal lorsqu'on distille plusieurs fois. En pratique, le rendement en alcool premier jet bon goût ne s'élève pas au delà de 45 pour 100; le reste est fractionné plusieurs fois, ce qui se traduit à chaque opération par une perte de 3 à 4 pour 100. Nous ne savons donc pas tirer tout l'alcool possible d'un poids donné de sucre, de raisin, de grain ou de betteraves.

M. Laurent Naudin a repris la question et il est arrivé à cette conclusion, que les alcools bruts doivent également leur odeur et leur saveur infectes à la présence d'aldéhydes de la série grasse (alcools déshydrogénés). Ces aldéhydes se formeraient pendant la fermentation des moûts et la distillation des vins. Ces corps sont des alcools incomplets n'ayant pas les molécules d'hydrogène suffisantes pour passer à l'état d'alcools.

nombre de bouteilles d'eau-de-vie de qualité inférieure. Un jour d'orage, le tonnerre tomba sur les bouteilles, en brisa plusieurs, fit sauter le bouchon de quelques-unes d'entre elles et transporta les autres de la cave dans le cellier. Quand le viticulteur goûta l'eau-de-vie des bouteilles débouchées, il la trouva excellente. La foudre l'avait vieillie en un tour de main, et lui avait enlevé son mauvais goût. Il est probable que l'ozone fabriqué sur place par le coup de foudrte avait brûlé les alcools mauvais goût. Cette opération mystérieuse aurait dû guider depuis longtemps les chimistes et leur faire employer plutôt l'ozone à la rectification électrique des eaux-de-vie mauvais goût.

Dans un coin du Palais, MM. Blin frères avaient également installé un ozoniseur de leur façon; il a fonctionné derrière les charrues de Sermaize, près des couveuses électriques. L'oxygène obtenu chimiquement était soumis aux effluves d'une bobine de Ruhmkorff et se transformait en ozone. Ce sont là toutes tentatives encore à leur début, mais qui permettront peut-être d'employer industriellement l'ozone non seulement à l'épuration des eaux-de-vie, mais encore au blanchiment des tissus, des fils, etc., et à un certain nombre d'opérations chimiques, qui exigent l'intervention d'oxydants énergiques.

TABLE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE CINQUIÈME VOLUME DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

(Bulletins nos 106 à 131.)

Archéologie. Ethnographie. Sciences historiques.

Association scientifique.

INDUSTRIE. INSTRUMENTS POUR LES SCIENCES. TRAVAUX PUBLICS.

MÉTÉOROLOGIE. PHYSIQUE DU GLOBE. HYDROGRAPHIE.

PHYSIOLOGIE. PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

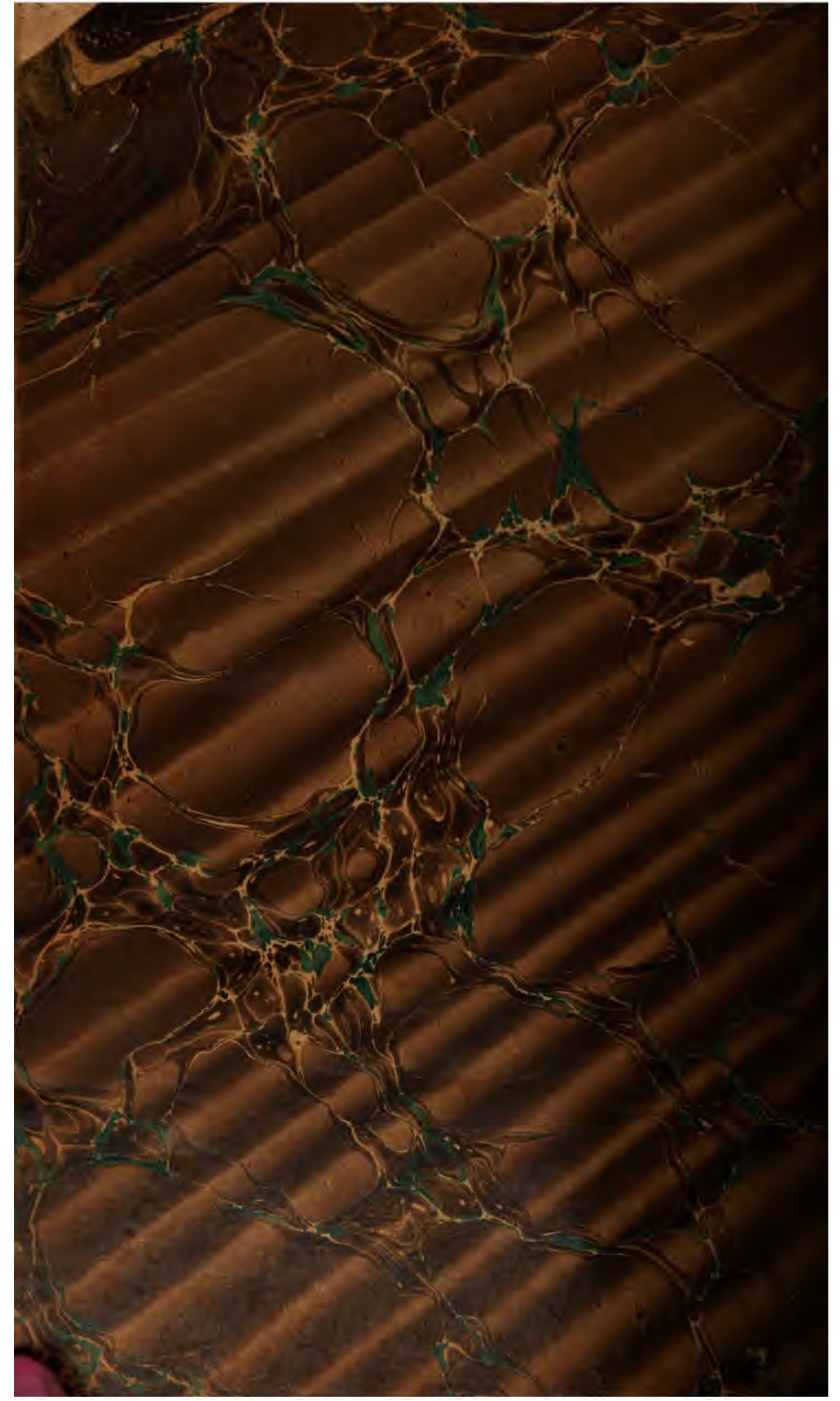
PHYSIQUE. ÉLECTRICITÉ.

TABLE ALPHABÉTIQUE PAR NOMS D'AUTEURS.

FIN DU TOME V DE LA 2e SÉRIE.

Le Gérant, E. Cottin,
A la Sorbonne, Secrétariat de la Faculté des Sciences.

7240. Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.




This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.
A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.
Please return promptly.

